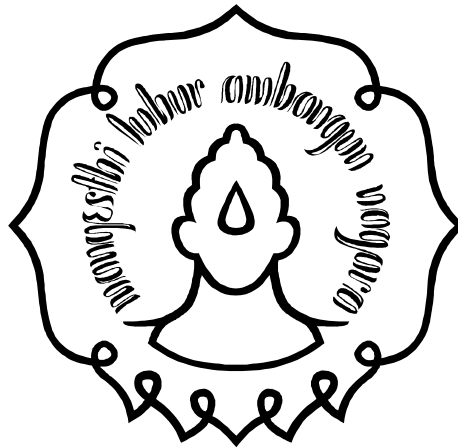


PERBAIKAN RANCANGAN ALAT PEMOTONG SINGKONG DENGAN MEKANISME PEDAL KAKI UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI DENGAN PRINSIP ERGONOMI

Skripsi

Sebagai Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**EKO PUTRO
I 0302565**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
SEBELAS MARET
SURAKARTA
2009**

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah dari penelitian, perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini, tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan serta sistematika penulisan untuk menyelesaikan penelitian.

1.1 LATAR BELAKANG

‘PJ’ Snack merupakan *home industri* makanan ringan yang sudah berskala menengah ke atas. ‘PJ’ Snack terletak di Desa Mukiran Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Semarang, dengan pemilik sekaligus pimpinan perusahaan Bapak Ganang. Dalam setiap proses produksinya perusahaan PJ Snack menggunakan tenaga manusia dan dikerjakan secara manual dan alat yang sederhana. Saat ini ‘PJ’ Snack memiliki sekitar 40 karyawan.

Pada penelitian yang dilakukan di ‘PJ’ Snack membahas permasalahan yang terjadi pada proses pembuatan keripik singkong. Aktivitas kerja terbagi dalam 7 stasiun kerja, pengupasan, pencucian, perajangan, perendaman, penggorengan, pentirisan dan pengepakan. Peralatan yang digunakan di ‘PJ’ Snack pada stasiun perajangan masih sederhana dan dilakukan secara manual. Alat perajang yang digunakan berbentuk lingkaran yang mempunyai 4 mata pisau. Alat tersebut digerakkan dengan cara di putar atau engkol dengan menggunakan tangan kiri.

Proses pemotongan tidak dilakukan dengan menggunakan meja melainkan dikerjakan langsung dengan posisi duduk di atas lantai. Proses pemotongan dengan keadaan tersebut menyebabkan posisi kerja yang tidak nyaman bagi pekerja karena dilakukan dengan posisi punggung yang membungkuk, posisi kepala yang selalu tertunduk dan kaki yang selalu tertekuk. Proses kerja pada stasiun pemotongan ini dilakukan selama 8 jam kerja per hari dengan waktu istirahat 45 menit. Kondisi kerja dan waktu yang demikian dapat dipastikan pekerja mengalami kelelahan dan rasa sakit pada posisi tubuh tertentu. Setiap hari operator pada stasiun perajangan ini diharapkan dapat merajang singkong 200 kilogram singkong per operator yang digoreng menjadi kurang lebih 40 kilogram keripik singkong per operator. Pada stasiun kerja perajangan terdapat 7 operator yang bertugas merajang singkong, jadi saat ini perusahaan hanya mampu memproduksi keripik singkong kurang lebih 250 kilogram per hari. Sedangkan

permintaan pasar saat ini semakin meningkat yaitu mencapai 500 kilogram keripik singkong per hari, jadi saat ini perusahaan belum dapat memenuhi permintaan pasar.

Dalam melakukan proses kerjanya posisi tubuh operator terhadap alat perajang singkong lebih tinggi. Cara kerja operator tangan kiri menggerakkan tuas alat perajang dengan cara memutar atau diengkol, tangan kanan memegang singkong kemudian mengarahkannya ke mata pisau alat perajang. Posisi kepala dan pandangan mata terhadap alat perajang dengan leher selalu menunduk serta posisi punggung membungkuk dan posisi kaki yang tertekuk, menyebabkan kelelahan fisik pada tengkuk dan tulang belakang serta kaki sering mengalami kesemutan. Jarak tubuh operator terhadap alat perajang singkong ini kurang lebih 45 cm. Alat perajang singkong di 'PJ' Snack memiliki dimensi dengan panjang alat 30 cm, lebar 15 cm serta tinggi alat 21 cm.

Berdasar permasalahan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki berdasar anthropometri pekerja pada stasiun perajangan. Alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki ini terdiri dari empat bagian yaitu, rumah mata pisau, pisau pemotong, landasan potong dan bagian penggerak. Prinsip kerja dari alat ini adalah memanfaatkan tenaga dengan sistem pedal atau kayuh. Melalui mekanisme roda gigi dan rantai tenaga yang dihasilkan oleh kayuhan akan dipindahkan ke poros yang dihubungkan ke rumah mata pisau. Dengan pendekatan ergonomi, diharapkan tercipta alat perajang singkong yang nyaman bagi operator dalam melakukan pekerjaannya sesuai kemampuan operator.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian masalah dari latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini masalah yang dapat dirumuskan adalah bagaimana merancang alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki untuk meningkatkan produksi keripik singkong yang ditinjau dari anthropometri pekerja.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan dalam penelitian adalah membuat alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki pada stasiun perajangan sehingga memberikan kenyamanan bagi operator saat bekerja.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diharapkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Menghasilkan alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki yang mampu memberikan kenyamanan bagi pekerja.
2. Menghasilkan alat yang memenuhi aspek anthropometri bagi pekerja.

1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Pengamatan dilakukan pada stasiun perajangan dengan alat perajang yang menggunakan engkol di perusahaan 'PJ' Snack.
2. Tinggi pekerja 164 cm dengan jumlah pekerja sebanyak 7 pekerja
3. Pengolahan data nilai selang kepercayaan dan derajat kebebasan yang dipakai masing-masing adalah 5%.

1.6 ASUMSI

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Sudut kaki dan sudut tangan yang dilakukan operator telah memenuhi syarat perancangan.
2. Putaran yang dihasilkan pada alat perajang hasil rancangan berlawanan arah dengan jarum jam.
3. Perhitungan depresiasi, bunga bank yang digunakan sebesar 15 % per tahun.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan pada penyusunan laporan tugas akhir, seperti diuraikan, dibawah ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang pemilihan permasalahan, manfaat dari penelitian dan batasan-batasan yang dijabarkan dalam penelitian, asumsi, dan juga sistematika penulisan penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai gambaran umum tentang *home industri* 'PJ' Snack dan didukung tentang teori yang mendukung tentang perancangan alat perajang singkong dengan pendekatan anthropometri.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN MASALAH

Bab ini berisi langkah-langkah terstruktur dan sistematis yang dilakukan dalam penelitian. Langkah-langkah tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir yang disertai dengan penjelasan singkat.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini dimulai dengan pengumpulan data yang diperoleh baik dari langsung, pengamatan secara menyeluruh dan pengukuran data anthropometri dari 30 sampel disekitar stasiun perajangan. Dilanjutkan dengan proses pengolahan data dengan menggunakan kajian ilmu ergonomi khususnya anthropometri.

BAB V : ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab ini berisi analisis terhadap hasil perhitungan, inteprestasi hasil dan gambar rancangan alat perajang singkong serta mempresentasikan cara alat perajang singkong dari pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari tujuan hasil pengolahan dan interpretasi hasil sehingga mampu mengambil inti permasalahan penelitian yang akhirnya dapat memberikan saran bagi perusahaan tempat dilakukannya penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 USAHA KERIPIK SINGKONG

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai prospektif perusahaan, spesifikasi keripik singkong, bahan baku keripik singkong, peralatan pembuatan keripik singkong dan proses produksi pembuatan keripik singkong.

2.1.1 Prospektif Usaha

Di daerah Mukiran Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Semarang terdapat sedikitnya 11 industri keripik singkong, salah satunya adalah milik Bp Ganang di Dukuh Drian RT.03 RW.05 Mukiran Kaliwungu dengan Merk dagang “ PJ ” Snack.

‘PJ’ Snack berdiri pada tanggal 3 maret 2003. Pada awal mula berdiri usaha ini hanya membuat kacang atom sebagai produk utamanya, kemudian berkembang hingga membuat produk-produk lainnya seperti Keripik Singkong, Keripik Pisang, Pillus, dan Kue Seledri. Tujuan dari pembuatan keripik singkong adalah karena potensi bahan baku yang tersedia sangat banyak di Desa Mukiran, sehingga bahan baku sangat mudah di dapat dan dapat membantu para petani untuk menyalurkan hasil taninya, dengan kata lain industri keripik ini dapat membantu perekonomian dan taraf hidup masyarakat sekitar industri. Lahan-lahan yang semula kosong dan kurang mendapat perhatian akhirnya banyak yang ditanami tanaman ketela pohon. Berbagai jenis ketela pohon hanya beberapa persen yang layak jual, maka dari itu perusahaan membantu dengan mengadakan penyuluhan tentang jenis ketela pohon yang baik dan cara menanam yang benar. Pada akhirnya petani paham tentang jenis singkong yang mempunyai kualitas baik sehingga dapat menghasilkan singkong yang berkualitas tinggi dan akhirnya dapat diterima di pabrik.

Pada saat ini Bapak Ganang memiliki 40 karyawan yang membantu dalam proses pembuatan keripik singkong, yang rata-rata setiap harinya memproduksi kurang lebih 9 kuintal ketela pohon dan hasil yang diperoleh menjadi keripik singkong kurang lebih 2,5 kuintal. Adapun latar belakang pendidikan tenaga kerja yang membantu proses Produksi keripik singkong di ‘PJ’ Snack dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Tingkat pendidikan dan jumlah tenaga kerja

No.	Pendidikan	Jumlah Tenaga kerja
1.	Sekolah Menengah Umum (SMU) atau sederajat	18 orang
2.	Sekolah Menengah Pertama (SMP) atau sederajat	10 orang
3.	Sekolah Dasar (SD)	12 orang
Jumlah :		40 orang

Sumber: ‘PJ’ Snack ,2008

2.1.2 Spesifikasi Keripik Singkong

Keripik singkong yang dihasilkan terdiri dari dua rasa yakni rasa asin dan balado. Rasa asin diperoleh dengan cara merendam singkong yang sudah dirajang yang kemudian dicampur dengan garam di dalam bak. Sedang untuk rasa balado di peroleh dengan mencampurkan penguat rasa setelah melalui proses penggorengan.

Tingkat ketebalan keripik singkong yang dihasilkan rata-rata 1 milimeter apabila produk yang dihasilkan terlalu tebal maka rasa keripik singkong tersebut kurang renyah, selain hal tersebut jenis singkong yang diolah menjadi keripik harus singkong yang sehat dan baru.

2.1.3 Bahan Baku Keripik Singkong

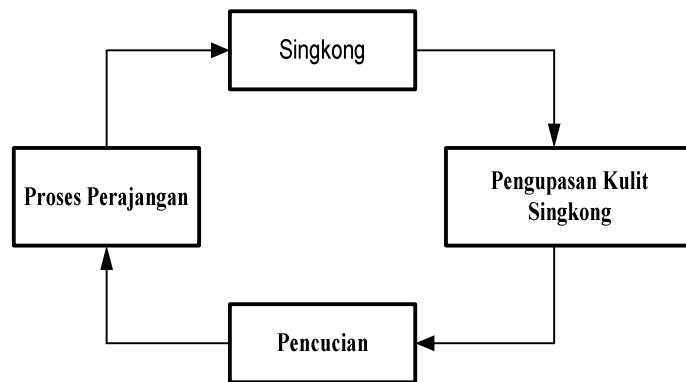
Bahan baku utama yang digunakan untuk membuat keripik singkong adalah ketela pohon. Ketela pohon di pasok dari daerah Wonogiri dan pedagang sekitar kawasan industri. Sedangkan untuk rasa dipasok dari Surakarta. Beberapa varietas ubi kayu yang dianjurkan untuk dikembangkan dan dibudidayakan secara insentif sebagai bahan baku industri keripik singkong adalah varietas mentega, adira 1, malang 1, dan malang 2. Varietas mentega ditandai dengan warna daging ubi yang berwarna kuning, berasa manis dengan kadar tepung mencapai 26% dan potensi hasil mencapai 20 ton/hektar. Varietas adira 1, memiliki daging ubi yang berwarna kuning, berasa enak dengan kadar tepung 45% dan potensi hasil mencapai 22 ton/hektar. Varietas malang 1, memiliki daging ubi yang berwarna putih kekuning-kuningan, berasa enak manis, berkadar tepung 32% - 36% dengan potensi hasil yang cukup tinggi yaitu antara 52,4 ton/hektar - 59,6 ton/hektar. Adapun varietas malang 2, memiliki daging ubi yang berwarna putih, berasa enak, dengan kadar tepung berkisar antara 32% - 36%, dan potensi hasil mencapai 34 ton/hektar -35 ton/hektar.

2.1.4 Elemen Kerja

Proses perajangan singkong secara keseluruhan ada beberapa tahap selain proses perajangan tersebut. Proses-proses tersebut yaitu proses awal dan proses perajangan, proses tersebut dijelaskan, yaitu:

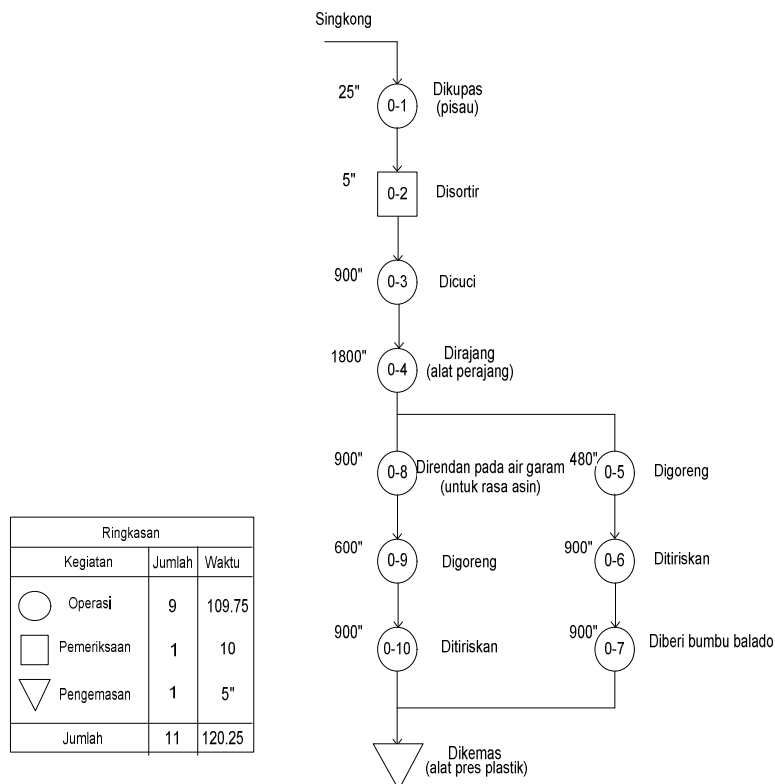
1. Proses awal,

Sebelum singkong dirajang ada beberapa tahapan proses yang harus yaitu pengupasan kulit singkong, pencucian dan proses perajangan. Kedua proses sebelum perajangan dilakukan secara manual dengan menggunakan ember dan pisau.



Gambar 2.1 Tahapan proses perajangan
 Sumber: 'PJ' Snack, 2008

Penjelasan mengenai proses produksi pembuatan keripik singkong pada industri keripik singkong dengan merk 'PJ' Snack diwilayah kecamatan kaliwungu. Peta proses operasi pembuatan keripik singkong dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Peta proses operasi pembuatan keripik singkong
 Sumber: 'PJ' Snack,2008

2 Proses perajangan,

Proses perajangan singkong di 'PJ' Snack menggunakan alat sederhana yang memerlukan gerakan-gerakan tangan, baik tangan kiri maupun tangan kanan. Gerakan tangan tersebut dapat dijelaskan di bawah ini.

Tabel 2.2 Posisi tangan kanan tangan kiri

No	Tangan Kanan	Tangan Kiri
1.	Memegang singkong	Memegang tuas atau engkol alat perajang
2.	Meletakkan singkong pada landasan potong	
3.	Mendorong dan mengarahkan singkong ke mata pisau alat perajang	Memutar tuas atau engkol alat perajang
4.	Selesai merajang	

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

2.1.5 Peralatan Pembuatan Keripik Singkong

Keripik singkong dibuat dengan peralatan yang sederhana. Adapun alat bantu yang digunakan untuk proses produksi keripik adalah pisau, alat perajang, bak besar, penggorengan, saringan, plastik. Fungsi masing-masing alat bantu, yaitu:

1. Pisau,

Pisau berfungsi mengupas kulit ketela sebelum dilakukan proses pencucian dan pemotongan.



Gambar 2.3 Pisau

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

2. Alat perajang,

Alat ini berfungsi merajang singkong yang kemudian akan digoreng. Alat perajang ini menghasilkan potongan berbentuk lingkaran atau sesuai dengan bentuk singkong.



Gambar 2.4 Alat perajang singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

3. Bak besar,

Tempat ini berfungsi merendam singkong yang dicampur dengan garam untuk mendapatkan rasa.



Gambar 2.5 Bak besar

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

4. Penggorengan,

Alat penggorengan berfungsi untuk menggoreng singkong yang telah melalui proses perendaman untuk menghasilkan rasa.



Gambar 2.6 Pengorengan

Sumber: 'PJ' Snack ,2008

5. Minyak goreng,

Minyak goreng digunakan untuk menggoreng singkong yang telah dirajang.

6. Saringan,

Saringan berfungsi mentiriskan singkong dari proses perendaman dan mengangkat dari penggorengan.



Gambar 2.7 Saringan

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

7. Plastik,

Plastik berfungsi mengemas keripik singkong sesuai dengan ukuran.



Gambar 2.8 Plastik

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

8. Pengepres kemasan,

Berfungsi mengepres plastik setelah keripik singkong dikemas sesuai dengan ukuran.



Gambar 2.9 Alat pres

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

2.1.6 Proses Produksi Pembuatan Keripik Singkong

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan proses produksi yang dilakukan dalam pembuatan keripik singkong diuraikan, sebagai berikut:

1. Pengupasan,

Pada stasiun kerja pengupasan terdapat 8 operator, proses kerja ini bertujuan untuk mengupas kulit ketela hingga bersih. Alat bantu yang digunakan adalah sebuah pisau dapur. Singkong yang sudah dikupas dikumpulkan dalam wadah, jika wadah telah penuh maka salah satu dari operator pengupasan memindahkan ke stasiun pencucian untuk menjalani proses kerja selanjutnya.



Gambar 2.10 Proses pengupasan singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

2. Pencucian,

Pada stasiun kerja pencucian terdapat 5 operator. Aktifitas kerja ini operator mencuci singkong menggunakan air kedalam bak. Aktifitas kerja ini bertujuan untuk membersihkan ketela dari kotoran seperti tanah dan sebagainya agar bersih dan tidak terlalu keras.



Gambar 2.11 Proses pencucian singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

3. Perajangan,

Pada stasiun perajangan terdapat 7 operator. Aktifitas kerja ini bertujuan untuk merajang singkong yang sudah bersih menjadi tipis-tipis sesuai dengan ukuran yaitu 1 milimeter.



Gambar 2.12 Proses perajangan singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

4. Perendaman,

Pada stasiun perendaman ini terdapat 2 operator. Singkong direndam kedalam bak yang berisi air garam agar keripik yang dihasilkan terasa gurih. Proses perendaman memakan waktu 30 menit, agar rasa yang dihasilkan dapat maksimal.



Gambar 2.13 Proses perendaman singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

5. Penggorengan,

Pada stasiun ini terdapat 4 tungku api dan 4 penggorengan atau wajan, setiap 1 penggorengan terdapat 2 operator jadi total operator 8 orang. Pada proses penggorengan menggunakan bahan bakar kayu bakar, dimaksudkan agar penggorengan lebih cepat matang karena tungku api yang digunakan besar sehingga menggunakan kayu bakar banyak, api yang ditimbulkan secara otomatis juga besar sehingga panas yang dihasilkan dapat maksimal dan juga menggunakan kayu bakar dapat menghemat daripada menggunakan minyak tanah. Jika menggunakan minyak tanah akan memperlambat proses produksi karena tidak adanya kompor minyak yang besar.



Gambar 2.14 Proses Penggorengan singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

6. Pentirisan,

Pada stasiun kerja pentirisan terdapat 4 operator, operator bertugas mengangkat singkong yang telah matang dari penggorengan. Aktifitas kerja ini di maksudkan agar singkong yang telah matang dapat berkurang kadar minyaknya. Jika kadar minyak masih banyak maka keripik yang dihasilkan tidak renyah.



Gambar 2.15 Proses pentirisan keripik singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

7. Pengemasan,

Pada stasiun kerja pengemasan terdapat 6 operator, opeator bertugas mengemas keripik singkong yang telah matang dimasukkan ke dalam plastik sesuai dengan kemasan permintan. Pengemasan terbagi berdasarkan pesanan konsumen, jadi operator memisahkan atau membagi antara pengemasan besar dan pengemasan kecil. Pengemasan besar mulai dari ukuran plastik hingga berat 1 kilogram hingga 5 kilogram. Pengemasan kecil berukuran dibawah 1 kilogram, juga tersedia kemasan eceran.



Gambar 2.16 Proses pengepakan keripik singkong

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

Proses produksi pembuatan keripik singkong di 'PJ' Snack, setiap hari karyawan hanya mampu memproduksi kurang lebih 250 kilogram keripik singkong, sementara tingkat permintaan konsumen semakin meningkat, terbukti dengan meningkatnya permintaan konsumen dengan semakin bertambahnya pesanan dari toko-toko kecil maupun minimarket. Perajangan yang dilakukan operator dengan menggunakan alat perajang tipe engkol sering membuat operator mengalami nyeri pada punggung dan kaki kesemutan sehingga operator harus istirahat terlebih dahulu, hal ini tentu saja mempengaruhi waktu proses dari perajangan.

2.2 ERGONOMI

Ergonomi atau *ergonomic* berasal dari kata Yunani yaitu ergo yang berarti kerja dan nomos yang berarti hukum. Ilmu yang lahir dan berkembang pada abad 20 ini pada dasarnya metode yang mempelajari interaksi antara manusia dengan pekerjaannya dengan tujuan memudahkan dan menciptakan rasa nyaman dalam penggunaannya (Wignjosoebroto S, 2000). Beberapa definisi mengenai ergonomi telah banyak dikemukakan diantaranya, yaitu:

1. Ergonomi adalah ilmu yang berhubungan dengan kemampuan manusia, keterbatasan manusia, dan karakteristik manusia lainnya yang berkaitan dengan perancangan (Chapanis, 1999).
2. Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari segala keterbatasan manusia baik fisik maupun mental psikologis dalam usaha perancangan produk, atau peralatan sehingga dalam upaya memenuhi informasi tentang keterbatasan manusia terhadap lingkungan kerjanya, maka diperlukan beberapa ilmu yang lainya seperti anthropometri, biomekanik, fisiologi, lingkungan fisik seperti temperatur, pencahayaan, kebisingan.

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi (Tawaka, 2004), adalah:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, meningkatkan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, anthropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Secara singkat, tujuan yang dicapai dengan penerapan ergonomi adalah peningkatan efektifitas dan efisiensi dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia dengan tetap mengacu pada terciptanya keselamatan, kenyamanan dan kesehatan kerja.

2.3 ANTHROPOMETRI

Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Terutama dalam hal perancangan ruang dan fasilitas akomodasi. Perlunya memperhatikan faktor ergonomi dalam proses rancangan bangun fasilitas dalam dekade sekarang ini adalah merupakan sesuatu yang tidak dapat ditunda lagi. Hal tersebut tidak akan terlepas dari pembahasan mengenai ukuran anthropometri tubuh operator maupun penerapan data-data anthropometrinya.

Anthropometri adalah suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dan sebagainya), berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia.

Dalam rangka untuk mendapatkan suatu perancangan yang optimum dari suatu ruang dan fasilitas akomodasi maka hal-hal yang harus diperhatikan adalah faktor-faktor seperti panjang dari suatu dimensi tubuh manusia baik dalam posisi statis maupun dinamis. Hal lain yang perlu diamati adalah berat dan pusat massa (*center of gravity*) dari suatu segmen atau bagian tubuh, bentuk tubuh, jarak untuk pergerakan melingkar (*angular motion*) dari tangan dan kaki.

Selain itu harus didapatkan pula data-data yang sesuai dengan tubuh manusia. Pengukuran tersebut adalah relatif mudah untuk didapat jika diaplikasikan pada data perseorangan. Akan tetapi semakin banyak jumlah manusia yang di ukur dimensi tubuhnya maka akan semakin kelihatan betapa besar variansinya antara satu tubuh dengan tubuh lainnya secara keseluruhan tubuh maupun per segmennya (Nurmianto E, 2004).

2.3.1 Sumber Variabilitas Data Anthropometri

Menurut Nurmianto E. (2004) perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan faktor-faktor, yaitu:

1. Keacakan atau random,

Butir pertama ini walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya. Namun masih ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat. Distribusi frekuensi secara statistik dari dimensi kelompok anggota masyarakat jelas dapat diaproksimasi dengan menggunakan distribusi normal, yaitu dengan menggunakan data persentil yang telah diduga, jika *mean* (rata-rata) dan SD (standar deviasi) nya telah dapat diestimasi.

2. Jenis kelamin,

Secara distribusi statistik ada perbedaan yang signifikan antar dimensi tubuh pria dan wanita. Kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan antara *mean* (rata-rata) dan nilai perbedaan tidak dapat diabaikan begitu saja. Pria dianggap lebih panjang daripada wanita. Oleh karena data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

3. Suku bangsa (*ethnic variability*),

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara yang lain. Suatu contoh sederhana bahwa dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari negara Vietnam ke Australia untuk mengisi jumlah satuan angkatan kerja (*industrial work force*), maka mempengaruhi anthropometri secara nasional.

4. Usia,

Digolongkan atas beberapa kelompok usia yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk anthropometri anak-anak. Anthropometri cenderung meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun yang antara lain disebabkan oleh berkurang elastisitas tulang belakang (*vertebral discs*). Selain itu juga berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis pekerjaan,

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan atau stafnya. Seperti misalnya buruh dermaga harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran umumnya.

6. Pakaian,

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim atau musim yang berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif yang lebih besar.

7. Faktor kehamilan pada wanita,

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk (APP) dan analisis perancangan kerja (APK).

8. Cacat tubuh secara fisik,

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga dapat merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul, misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong atau jalur khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket.

2.3.2 Jenis Data Anthropometri

Anthropometri dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Anthropometri statis (dimensi struktural).

Pengukuran manusia pada posisi diam dan linear pada permukaan tubuh. Ada beberapa pengukuran tertentu agar hasilnya *representatif*. Selain itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia, yaitu:

- a. Umur, ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir hingga umur 20 tahun untuk pria dan umur 17 tahun untuk wanita. Ada kecenderungan berkurang setelah umur 60 tahun.
- b. Jenis kelamin, pria pada umumnya memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali dada dan pinggul.
- c. Suku bangsa (etnis).
- d. Sosio-ekonomi, konsumsi gizi yang diperoleh.
- e. Pekerjaan.

2. Anthropometri dinamis (dimensi fungsional),

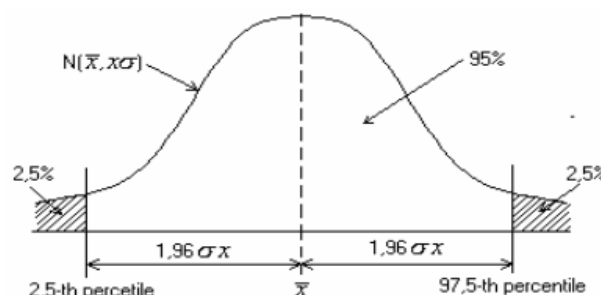
Sesuai dengan istilah yang digunakan meliputi pengukuran-pengukuran yang diambil pada posisi-posisi kerja atau selama pergerakan yang dibutuhkan oleh suatu pekerjaan.

Pengukuran dimensi statik lebih mudah dilakukan, sedangkan pengukuran dimensi dinamik biasanya jauh lebih rumit (Wignjosoebroto S, 2000).

2.3.3 Aplikasi Distribusi Normal Dalam Penetapan Data Anthropometri

Data anthropometri jelas diperlukan agar suatu rancangan produk dapat sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Ukuran tubuh yang diperlukan pada hakekatnya tidak sulit diperoleh dari pengukuran secara individual. Situasi menjadi berubah manakala lebih banyak produk standar yang dibuat untuk dioperasikan oleh banyak orang. Permasalahan yang timbul di sini adalah ukuran siapakah yang nantinya dipilih sebagai acuan untuk mewakili populasi. Mengingat ukuran individu bervariasi satu dengan lainnya maka perlu penetapan data anthropometri yang sesuai dengan populasi yang menjadi target produk (Wignjosoebroto S, 2000).

Masalah adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi bilamana kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu suai” dengan suatu rentang ukuran tertentu. Penetapan data anthropometri, pemakaian distribusi normal dapat diterapkan. Pada statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata dan simpangan standarnya dari data yang ada. Nilai yang ada tersebut, maka persentil (suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) dapat ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bilamana, ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada misalnya, maka diambil rentang persentil ke-2.5 dan 97.5 sebagai batas-batasnya, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.17 di bawah ini.



Gambar 2.17 Distribusi normal yang mengakomodasi 95% dari populasi

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data anthropometri dapat dijelaskan dalam tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Macam persentil dan cara perhitungan dalam distribusi normal

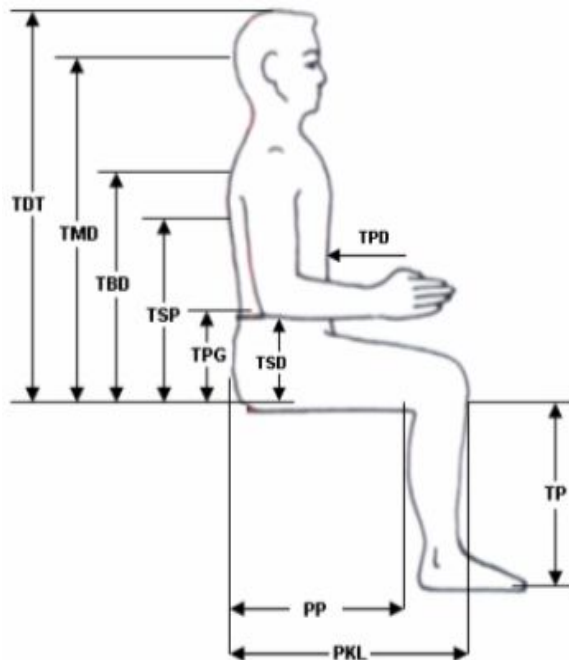
Persentil ke-	Perhitungan	Persentil ke-	Perhitungan
1	$\bar{x} - 2.325 \sigma$	90	$\bar{x} + 1.28 \sigma$
2.5	$\bar{x} - 1.96 \sigma$	95	$\bar{x} + 1.64 \sigma$
5	$\bar{x} - 1.645 \sigma$	97.5	$\bar{x} + 1.96 \sigma$
10	$\bar{x} - 1.28 \sigma$	99	$\bar{x} + 2.325 \sigma$
50	\bar{x}		

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

Selanjutnya, guna memperjelas mengenai data anthropometri untuk dapat diaplikasikan dalam berbagai perancangan desain baru atau rancangan perbaikan dan ataupun rancangan ulang maka gambar dibawah ini dapat memberikan informasi tentang macam anggota tubuh yang perlu di ukur dan cara pengukurannya untuk perancangan perbaikan atau perancangan ulang produk-produk yang telah ada disuatu sistem kerja dapat dijelaskan, sebagai berikut:

a. Posisi duduk samping,

Pengukuran dimensi tubuh ini dilakukan untuk mengukur posisi tubuh dari operator saat duduk menghadap samping. Posisi duduk samping dapat dilihat pada gambar 2.18 di bawah ini.



Gambar 2.18 Posisi tubuh duduk menghadap samping

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

Tabel 2.4 Pengukuran dimensi tubuh posisi duduk samping

No	Dimensi tubuh	Cara pengukuran
1	Tinggi duduk tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung kepala. Subyek duduk tegak dengan memandang lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku.
2	Tinggi duduk normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung kepala. Subyek duduk normal dengan memandang lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku.

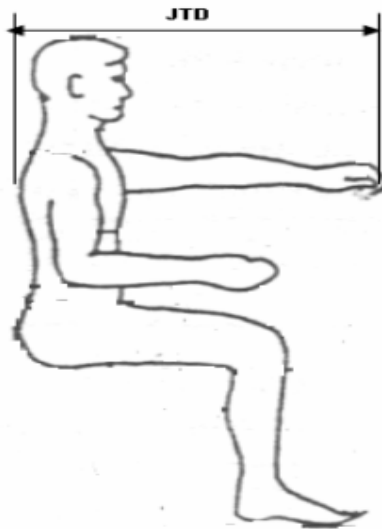
Lanjutan tabel 2.4

3	Tinggi mata duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung mata bagian dalam. Subyek duduk tegak dengan memandang lurus ke depan.
4	Tinggi bahu tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada subyek duduk tegak.
5	Tinggi siku duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah situ. Subyek duduk tegak dengan lengan atas vertikal di sisi badan dan membentuk sudut situ-siku dengan lengan bawah.
6	Tinggi sandaran duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pucuk belikat bawah. Subyek duduk tegak dengan memandang lurus ke depan.
7	Tinggi pinggang	Subyek duduk tegak, ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pinggang (di atas tulang pinggul).
8	Tebal perut	Subyek duduk tegak, ukur jarak samping dari belakang perut sampai ke depan.
9	Tebal paha	Subyek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan alas duduk sampai kepermukaan alas pangkal paha.
10	Tinggi popliteal	Ukur jarak vertikal dari alas kaki sampai bagian bawah paha.
11	Pantat popliteal	Subyek duduk tegak, ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
12	Pantat ke lutut	Subyek duduk tegak, ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

b. Posisi duduk dengan tangan lurus kedepan,

Pengukuran dimensi tubuh ini dilakukan untuk mengetahui jarak terjauh jangkauan tangan kedepan dari operator. Gambar posisi duduk dengan tangan lurus kedepan dapat dilihat pada gambar 2.19 di bawah ini.



Gambar 2.19 Posisi duduk dengan tangan lurus kedepan

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

Tabel 2.5 Pengukuran dimensi tubuh jarak tangan kedepan

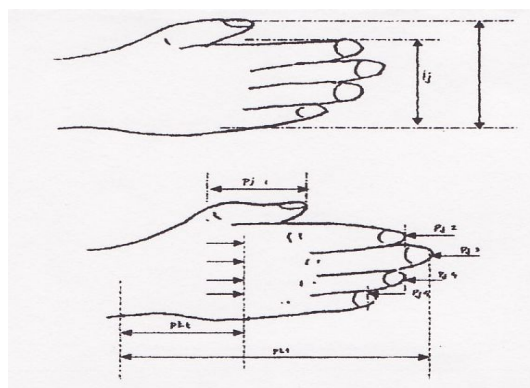
No	Dimensi tubuh	Cara pengukuran
1	Jarak tangan depan	Ukur jarak horizontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subyek duduk tegak tangan direntangkan horizontal ke depan.

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

c. Pengukuran jari tangan,

Pengukuran dimensi tubuh ini dilakukan untuk mengetahui ukuran jari tangan dari operator.

Gambar pengukuran jari tangan dapat dilihat pada gambar 2.20 di bawah ini.



Gambar 2.20 Pengukuran jari tangan

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

Tabel 2.6 Pengukuran dimensi tubuh jari tangan

No	Dimensi tubuh	Cara pengukuran
----	---------------	-----------------

1	Panjang jari 1,2,3,4,5	Ukur dari masing-masing pangkal ruas jari sampai ujung jari. Jari-jari subyek merentang lurus dan sejajar.
2	Pangkal ke tangan	Ukur dari pangkal pergelangan tangan sampai pangkal ruas jari. Lengan bawah sampai telapak tangan subyek lurus.
3	Lebar tangan	Ukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking.
4	Genggaman tangan	Ukur diameter saat jari tangan menggenggam.
5	Panjang telapak tangan	Ukur dari ujung tengah sampai pangkal pergelangan tangan.

Sumber: Wignjosoebroto S, 2000

2.3.4 Data Anthropometri Dalam Perancangan Produk Atau Fasilitas Kerja

Data anthropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk atau fasilitas kerja akan dibuat. Menurut Wignjosoebroto S, (2000) agar rancangan suatu produk nantinya dapat sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip yang harus diambil di dalam aplikasi data anthropometri dapat dijelaskan, sebagai berikut:

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim, rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk, yaitu:
 - a. Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
 - b. Tetap dapat digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Agar memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan cara, yaitu:

- a. Dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti persentil ke-90, ke-95 atau ke-99.
- b. Dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah (persentil ke-1, ke-5 atau ke-10) dari distribusi data anthropometri yang ada. Hal ini diterapkan sebagai contoh dalam penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kendali yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja. Secara umum aplikasi data anthropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja ditetapkan dengan

nilai persentil ke-5 untuk dimensi maksimum dan persentil ke-95 untuk dimensi minimumnya.

2. Prinsip perancangan produk yang dapat dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu, rancangan dapat dirubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil letaknya dapat digeser maju atau mundur dan sudut sandarannya pun dapat berubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini, maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil ke-5 sampai dengan ke-95.
3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata, rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berada dalam ukuran rata-rata. Produk dirancang dan dibuat untuk manusia yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

Berkaitan dengan aplikasi data anthropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa rekomendasi yang dapat diberikan sesuai dengan langkah, sebagai berikut:

1. Pertama kali harus ditetapkan anggota tubuh yang mana yang nantinya difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut; dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural body dimension* ataukah *functional body dimension*.
3. Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai "*market segmentation*" seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dan lain-lain.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau ukuran rata-rata.
5. Pilih persentil populasi yang harus diikuti; ke-90, ke-95, ke-99 ataukah nilai persentil yang lain yang dikehendaki.
6. Setiap dimensi tubuh yang diidentifikasi selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukurannya dari tabel data anthropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor

kelonggaran (*allowance*), bila diperlukan seperti tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*gloves*).

2.3.5 Pengujian Data

Pengujian data adalah uji untuk menentukan data anthropometri operator terhadap alat yang dirancang, dengan menguji keseragaman data dan kecukupan data dapat dijelaskan, sebagai berikut:

a. Uji Keseragaman Data,

Uji keseragaman data merupakan salah satu uji yang dilakukan pada data yang berfungsi untuk memperkecil varian yang ada dengan cara membuang data ekstrim. Pertama dihitung terlebih dahulu mean dan standar deviasi untuk mengetahui batas kendali atas dan bawah. Rumus yang digunakan dalam uji ini, yaitu:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.1}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.2}$$

Rumus uji keseragaman data:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma_x \dots \dots \dots \text{persamaan 2.3}$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma_x \dots \dots \dots \text{persamaan 2.4}$$

dengan,

\bar{x} = rata-rata

σ_x = standar deviasi atau simpangan baku

N = jumlah data

BKA = batas kendali atas

BKB = batas kendali bawah

Jika data berada diluar batas kendali atas ataupun batas kendali bawah maka data tersebut dihilangkan, keseragaman data dapat diketahui dengan menggunakan peta kendali \bar{x} .

b. Uji Kecukupan Data,

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencukupi. Penetapan berapa jumlah data yang seharusnya dibutuhkan, terlebih dulu ditentukan derajat ketelitian (s) yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil

penelitian, dan tingkat kepercayaan (k) yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur terhadap ketelitian data anthropometri. Rumus uji kecukupan data, yaitu:

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.5}$$

dengan,

N = jumlah data pengamatan sebenarnya

N' = jumlah data secara teoritis

s = derajat ketelitian (*degree of accuracy*)

k = tingkat kepercayaan (*level of confidence*)

Untuk tingkat kepercayaan 68% harga k adalah 1

Untuk tingkat kepercayaan 95% harga k adalah 2

Untuk tingkat kepercayaan 99% harga k adalah 3

Data dianggap mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya (Wignjosebroto S, 2000).

2.4 PERAN OPERATOR PADA PEKERJAAN

Peran operator pada suatu pekerjaan dapat dijelaskan dalam diagram peta tangan kiri dan tangan kanan, seperti dijelaskan di bawah ini.

2.4.1 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Peta tangan kiri dan tangan kanan atau lebih dikenal sebagai peta operator (*Operator Process Chart*) merupakan suatu peta yang menggambarkan semua gerakan-gerakan dan waktu menganggur saat bekerja, yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan. Selain itu, peta ini dapat menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan suatu pekerjaan. Tujuan dari peta tangan kiri dan tangan kanan adalah mengurangi gerakan-gerakan yang tidak perlu dilakukan dan mengatur gerakan pada proses bekerja sehingga diperoleh urutan gerakan yang baik. Adanya peta tangan kiri dan tangan kanan dapat mempermudah dalam menganalisa gerakan-gerakan yang dilakukan oleh seorang pekerja selama melakukan pekerjaannya dan semua operasi gerakan yang cukup lengkap serta sangat praktis untuk memperbaiki suatu gerakan pekerjaan yang bersifat manual. Menganalisis detail gerakan yang terjadi maka langkah-langkah perbaikan dapat diusulkan.

Pembuatan peta operator ini baru terasa bermanfaat apabila gerakan yang dianalisa tersebut terjadi berulang-ulang (*repetitive*) dan dilakukan secara manual (seperti halnya dalam proses perakitan). Analisa yang dibuat maka pola gerakan tangan yang dianggap tidak efisien dan bertentangan dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan (*motion economy*) diusulkan untuk diperbaiki. Demikian pula diharapkan terjadi keseimbangan gerakan yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri, sehingga siklus kerja dapat berlangsung dengan lancar dalam ritme gerakan yang lebih baik yang akhirnya mampu memberikan *delays* maupun operator *fatigue* yang minimum.

Meskipun Frank dan Lilian Gilberth telah menyatakan bahwa gerakan-gerakan kerja manusia dilaksanakan dengan mengikuti 17 elemen dasar Therblig kombinasi dari elemen-elemen Therblig tersebut, dalam membuat peta operator lebih efektif kalau hanya 8 elemen gerakan Therblig berikut ini yang digunakan, yaitu:

1. Elemen menjangkau - Reach (RE)
2. Elemen memegang - Grasp (G)
3. Elemen membawa - Move (M)
4. Elemen mengarahkan - Position (P)
5. Elemen menggunakan - Use (U)
6. Elemen melepas - Release (RL)
7. Elemen menganggur - Delay (D)
8. Elemen memegang untuk memakai - Hold (H)

Selanjutnya peta penggambaran dari peta operator dijelaskan, sebagai berikut:

1. Pertama kali dituliskan “Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan” (*Left & Right Hand Chart*) atau “Peta Operator” (*Operator Process Chart*) dan identifikasikan semua masalah yang berkaitan dengan pekerjaan yang dianalisis seperti nama benda kerja (plus gambar dan sketsanya), nomor gambar, deskripsi dan operasi atau proses dan lain-lain.
2. Penggambaran peta juga dilakukan berdasarkan skala waktu dan dibuat peta skala untuk mengamati gerakan dari tangan kanan dan tangan kiri. *Space* yang tersedia diatur sedemikian rupa sehingga cukup proporsional berdasarkan skala tersebut. Deskripsi dari tiap elemen kerja dan juga waktu pengerjaan untuk masing-masing elemen tersebut dicantumkan dalam *space* yang tersedia. Di sini elemen-elemen kerja tersebut harus cukup besar untuk bisa di ukur waktunya.

3. Agar tidak membingungkan maka penggambaran peta dilaksanakan satu persatu. Setelah pemetaan gerakan tangan kanan (misalnya) dilaksanakan secara penuh persiklus kerja, kemudian dilanjutkan dengan pemetaan secara lengkap gerakan yang dilakukan oleh tangan yang lain (tangan kiri). Penggambaran peta biasanya dilakukan segera elemen melepas (*release*) dengan kode “RL” dilakukan pada *finished part*. Begitu elemen melepas sudah dilakukan, maka gerakan berikutnya biasanya akan merupakan gerakan kerja untuk siklus operasi yang baru yaitu meraih (*reach*) benda kerja baru dan seterusnya.

Setelah semua gerakan tangan kanan dan tangan kiri selesai dipetakan untuk satu siklus kerja. Satu kesimpulan umum (*summary*) perlu dibuat pada bagian terbawah dari peta kerja ini yaitu menunjukkan total siklus waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kerja, jumlah produk persiklus kerja, dan total waktu penyelesaian kerja per unit produk. Jumlah total waktu kerja untuk tangan kanan dan tangan kiri haruslah sama. Pokok permasalahannya disini adalah apakah siklus waktu yang ada tersebut dipergunakan untuk kegiatan yang produktif atau tidak. Fungsi dari penggambaran peta ini, melihat keseimbangan kerja yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri pada saat penyelesaian kerja, seperti proses merakit sebuah *cable clamps* pada gambar 2.21 berikut ini.

DORBEN MANUFACTURING Co
PETA PROSES OPERATOR

No. Komponen : SK-1112-1
 Operasi : Perakitan Cable Clamps
 Tanggal : 6-11-1991
 Digambarkan oleh : Sritomo W.

No. Gambar : SK-112
 Departemen : 11

The diagram illustrates the assembly of a cable clamp. A worker, labeled 'UNIT PERAKIT', is shown using a U-bolt ('BAUT U') and a nut ('MUR') to secure a cable clamp ('CLAMP') onto a base ('MAN'). The angle of the clamp is indicated as 14°.

Tangan kiri	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Tangan Kanan
Mengambil Baut U (25 cm)	1,00	RE	RE	Mengambil Cable Clamp (25 cm).
Menempatkan Baut U (25 cm)	1,20	G	G	Meletakkan Cable Clamp (25 cm).
Memegang erat-erat	11,00	M	M	Mengambil mur # 1 (22 cm).
		P	P	Meletakkan mur # 1 (22 cm).
		RE	RE	Memasukkan mur # 1 & memutarnya pd U-Baut.
		G	G	Mengambil mur # 2 (22 cm).
		M	M	Meletakkan mur # 2 (22 cm).
		P	P	Memasukkan mur # 2 & memutarnya pd U-Baut.
		U	U	Menunggu.
		UD	UD	
Total	14,30		14,30	

Siklus Waktu = 14,30 detik.
 Unit/siklus = 1 unit.
 Waktu per unit = 14,30 detik.

Gambar 2.21 Peta gerakan tangan kanan dan tangan kiri

Sumber: Wignjosoebroto S, 1995

Setelah peta operator dengan metode yang sekarang dipergunakan telah selesai dibuat, langkah selanjutnya menganalisis perbaikan yang bagaimana dapat dilakukan agar gerakan kerja yang berlangsung lebih efektif dan efisien lagi.

Selanjutnya dapat diketahui efisiensi waktu yang digunakan dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut.

$$\eta = \frac{B - A}{B} * 100\% \dots \dots \dots \text{persamaan 2.6}$$

dengan;

η = efisiensi waktu

B = waktu siklus awal

A = waktu siklus akhir

2.4.2 Kegunaan Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan

Pada dasarnya, peta ini berguna untuk memperbaiki suatu stasiun kerja. Kegunaan yang lebih khusus, yaitu:

1. Mengurangi gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif, sehingga waktu kerja lebih singkat.
2. Sebagai alat untuk menganalisa suatu gerakan dalam proses bekerja.
3. Sebagai alat untuk melatih pekerjaan baru dengan cara kerja yang ideal.

2.5 PERANCANGAN ALAT

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai konstruksi dan mekanisasi alat perajang singkong, dan biaya investasi.

2.5.1 Statika (Konstruksi)

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang statik dari suatu beban yang mungkin ada pada bahan (konstruksi) atau yang dapat dikatakan sebagai perubahan terhadap panjang benda awal karena gaya tekan atau beban. Beban adalah beratnya benda atau barang yang didukung oleh suatu konstruksi atau bagan beban dan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Beban statis yaitu berat suatu benda yang tidak bergerak dan tidak berubah beratnya. Beratnya konstruksi yang mendukung itu termasuk beban mati dan disebut berat sendiri dari pada berat konstruksi.
2. Beban dinamis yaitu beban yang berubah tempatnya atau berubah beratnya. Sebagai contoh beban hidup yaitu kendaraan atau orang yang berjalan diatas sebuah jembatan, tekanan atap rumah atau bangunan.

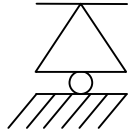
Pada beban dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu:

1. Beban terpusat atau beban titik adalah beban yang bertitik pusat di sebuah titik, misal: orang berdiri diatas pilar pada atap rumah.
2. Beban terbagi adalah pada beban ini masih dikatakan sebagai beban terbagi rata dan beban segitiga. Beban terbagi adalah beban yang terbagi pada bidang yang cukup luas.

2.5.2 Gaya Reaksi

Suatu konstruksi berfungsi mendukung gaya-gaya luar yang bekerja padanya yang di sebut beban. Konstruksi harus ditumpu dengan diletakkan pada peletakan-peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya yaitu menjaga keadaan konstruksi yang seimbang. Beberapa peletakan, yaitu:

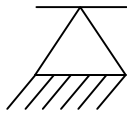
1. Rol adalah yang dapat meneruskan gaya desak tegak lurus bidang peletakkannya, seperti gambar 2.22 di bawah ini.



Gambar 2.22 Tumpuan rol

Sumber: Bagyo, 1999

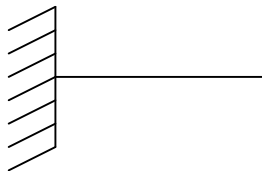
2. Batang tumpuan pendek (tumpuan sendi) adalah yang berupa sebuah batang dengan sendi di ujung batang. Tumpuan dapat meneruskan gaya tarik dan desak tetapi arahnya selalu menurut sumbu batang, maka dari batang tumpuan hanya memiliki satu gaya, seperti gambar 2.23 di bawah ini.



Gambar 2.23 Tumpuan sendi

Sumber: Bagyo, 1999

3. Tumpuan jepit adalah tumpuan yang dapat meneruskan segala gaya dan momen. Jadi dapat mendukung gaya horizontal, gaya vertikal, dan momen yang berarti mempunyai tiga gaya, seperti gambar 2.24 di bawah ini.



Gambar 2.24 Tumpuan jepit

Sumber: Bagyo, 1999

2.5.3 Rangka

Rangka merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap mesin, hampir semua mesin menerima beban khususnya rangka mesin, rangka bisa menerima beban lenturan, tarikan, tekan atau puntiran, yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan antara yang satu dengan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diketahui dalam perhitungan kekuatan rangka, sebagai berikut:

- 1 Reaksi tumpuan,

Suatu benda berada dalam keseimbangan apabila besarnya aksi dan reaksi sama dengan reaksi, dengan kata lain gaya yang menyebabkan benda dalam kesetimbangan ialah gaya aksi dan gaya reaksi. Gaya aksi merupakan gaya luar, sedangkan gaya reaksi gaya dalam. Gaya reaksi merupakan gaya tumpuan dan reaksi tumpuan adalah besarnya gaya yang dilakukan oleh tumpuan untuk mengimbangi gaya luar agar benda dalam kesetimbangan. Oleh karena itu, besarnya gaya reaksi sama dengan jumlah gaya luar yang bekerja (membebani) suatu konstruksi. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung reaksi tumpuan dengan menggunakan persamaan 2.7 dibawah ini.

$$Rb = \frac{1}{2} \times q \times L \dots\dots\dots \text{persamaan 2.7}$$

dengan;

Rb = Reaksi tumpuan (kgf/m)

q = Beban (kgf/m)

L = Panjang balok (cm)

2. Momen penampang,

Momen penampang adalah momen yang terjadi pada penampang batang (di sembarang tempat), di sepanjang batang yang ditumpu. Pada setiap titik disepanjang batang dapat dihitung momen yang terjadi dengan menggunakan persamaan 2.8 di bawah ini.

$$\sum M = 0$$

$$Rb \times BD - q \times BD \times \frac{1}{2} \times BD \dots\dots\dots \text{persamaan 2.8}$$

dengan;

Rb = Reaksi tumpuan (kgf/m)

q = Beban (kg/f m)

BD = Momen (kg/f m)

3. Profil L,

Profil adalah batang yang digunakan pada konstruksi, ada beberapa jenis profil yang digunakan pada pembuatan konstruksi mesin yaitu profil L, profil I, Profil U, dan lain-lain.

Kekuatan profil yang digunakan pada konstruksi dapat dihitung menggunakan persamaan 2.9 di bawah ini.

$$\hat{Y} = \Sigma x A x Y / A \dots\dots\dots \text{persamaan 2.9}$$

dengan;

\hat{Y} = Momen inersia (mm)

A = Luas (mm)

Y = Titik berat batang (mm)

4. Momen inersia balok besar dan kecil,

Momen inersia adalah momen yang terjadi pada batang yang ditumpu. Pada setiap batang dapat dihitung momen inersia yang terjadi, dengan menggunakan persamaan 2.10 di bawah ini.

$$I_I = I_0 + A_I \times d_I^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.10}$$

dengan;

I_I = Momen inersia balok (mm)

A = Luas batang (mm)

d = Diameter batang (mm)

5. Momen inersia batang,

Momen inersia batang adalah momen yang terjadi pada batang yang ditumpu. Pada setiap batang dapat dihitung momen inersia yang terjadi, dengan menggunakan persamaan 2.11 di bawah ini.

$$I_x = I_I - I_2 \dots\dots\dots \text{persamaan 2.11}$$

dengan;

I_x = Momen inersia batang (mm)

I_I = Momen inersia batang 1 (mm)

I_2 = Momen inersia batang 2 (mm)

6. Besar tegangan geser yang diijinkan,

Tegangan geser yang diijinkan adalah tegangan geser pada batang yang di iijinkan, jika tegangan geser yang di iijinkan lebih besar dari pada momen tegangan geser pada konstruksi maka konstruksi aman atau kuat menahan beban yang diterima. Besar tegangan geser yang diijinkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12 di bawah ini.

$$\tau = \frac{MxY}{I_x} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.12}$$

dengan;

- τ = Tegangan geser yang terjadi (kgf/mm)
- M = Momen yang terjadi (kgf/mm)
- I_x = Momen inersia batang (mm)
- Y = Titik berat batang (mm)

2.6 PENGGOLOONGAN BIAYA PEMBUATAN

Pengertian biaya dalam arti luas adalah “Pengorbanan sumber ekonomi, diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi atau kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu” (Mulyadi, 1991). Mempermudah pengklasifikasian jenis-jenis usaha maka dapat digolongkan kedalam empat jenis biaya (Mulyadi, 1991), yaitu:

1. Biaya penyusutan (*depreciation cost*),

Biaya penyusutan adalah biaya yang harus disediakan oleh perusahaan setiap periode untuk melakukan penggantian peralatan atau mesin, setelah mesin atau alat tersebut sudah tidak berdaya guna lagi. Pengalokasian biaya penyusutan akibat adanya penurunan nilai dari mesin atau kendaraan yang digunakan sepanjang umur pakai benda modal tersebut. Tujuan mengadakan biaya penyusutan, adalah:

- a. Mengembalikan modal yang telah dimasukkan dalam bentuk benda modal.
- b. Memungkinkan biaya tersebut dimasukkan dalam biaya produksi sebelum perhitungan keuntungan ditetapkan.

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{Harga Perolehan} - \text{Nilai Sisa}}{\text{Umur Ekonomis}} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.13}$$

2. Biaya ketidakpastian,

Biaya ini merupakan biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan karena tidak berproduksi. Adanya perbaikan mesin yang memakan waktu dan jadwal rencana yang telah ditentukan sehingga perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan kepada tenaga kerja dan

menanggung biaya tetap perusahaan selama mesin tersebut diperbaiki, adanya kenaikan bahan baku secara mendadak.

3. Faktor inflasi,

Dalam menilai profitabilitas suatu usulan investasi, maka faktor inflasi harus diperhatikan karena hal ini mempunyai pengaruh yang sangat kuat terhadap biaya dan harga, misalnya biaya bahan baku, tenaga kerja, bahan bakar, suku cadang.

2.6.1 Metode Penilaian Investasi

Ada beberapa metode yang sering digunakan dalam penilaian investasi dan evaluasi suatu proyek (Umar, 2003), yaitu:

1. Metode payback period,

Metode *payback period* adalah suatu periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi dengan menggunakan aliran kas, dengan kata lain *payback period* merupakan rasio antara *initial cash investment* dengan *cash inflow*-nya yang hasilnya merupakan satuan waktu (yaitu tahun atau bulan). Selanjutnya nilai rasio ini dibandingkan dengan maximum payback period yang dapat diterima.

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Nilai Investasi}}{\text{Kas Masuk Bersih}} \times 1 \text{ tahun} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.14}$$

2. Metode break even point (BEP),

Metode *break even point* atau titik impas atau titik pulang pokok merupakan titik atau keadaan dimana perusahaan di dalam operasinya tidak memperoleh keuntungan dan tidak menderita kerugian.

$$\text{BEP} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{1 - (\text{Total Biaya Variabel} / \text{Pendapatan})} \dots \dots \dots \text{persamaan 2.15}$$

Teknis analisis ini untuk mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya variabel, dan laba dan juga mempelajari pola hubungan antara volume penjualan, harga, dan tingkat keuntungan yang akan diperoleh pada tingkat penjualan tertentu. Analisis metode ini, dapat membantu pengambil keputusan mengenai (Rangkuti, 2000), yaitu:

- a. Jumlah penjualan minimal yang harus dipertahankan agar perusahaan tidak mengalami kerugian.
- b. Jumlah penjualan yang harus dicapai untuk memperoleh keuntungan tertentu.
- c. Seberapa jauhkah berkurangnya penjualan agar perusahaan tidak menderita kerugian.
- d. Bagaimana efek perubahan harga jual, biaya, dan volume penjualan terhadap keuntungan yang diperoleh.

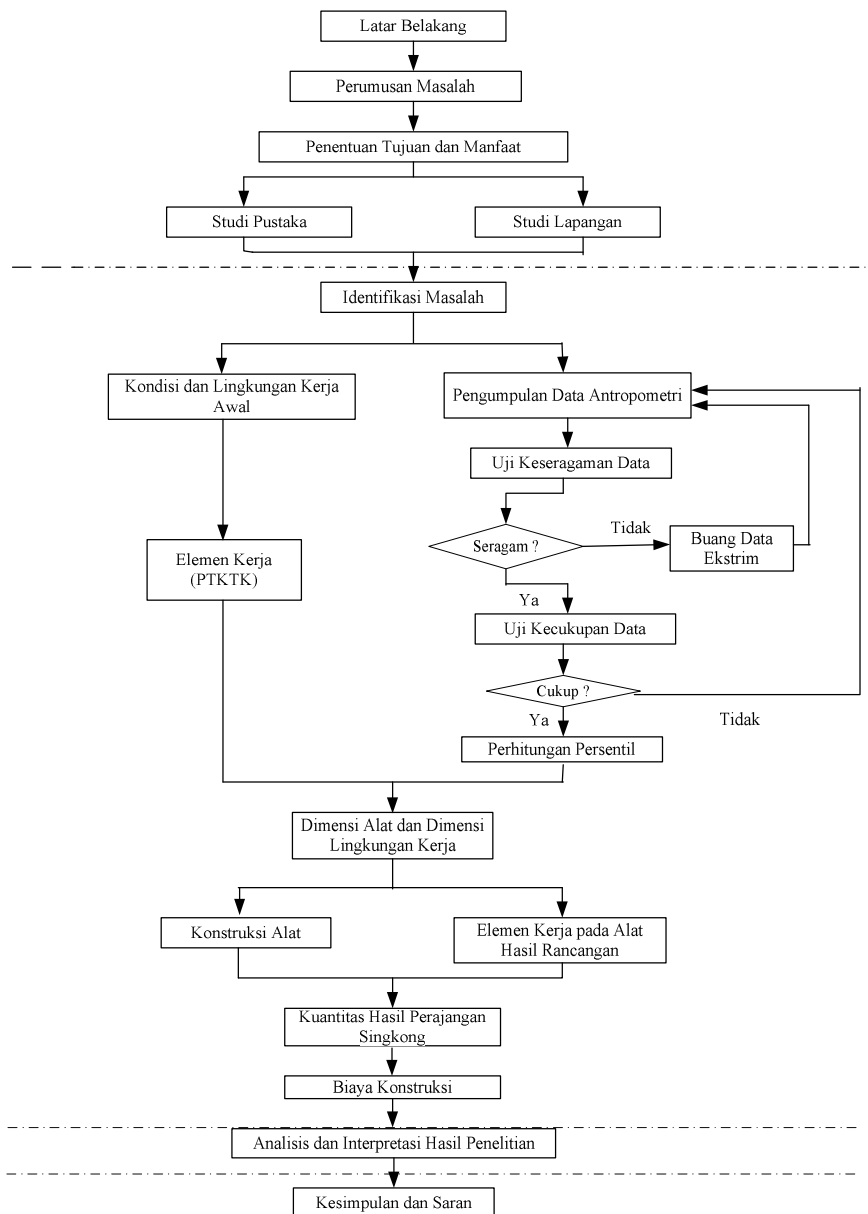
2.7 PENELITIAN PENUNJANG

Perancangan alat pemipil jagung berdasarkan prinsip ergonomi oleh Brama Bayu Aji. Tujuan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menghasilkan alat pemipil jagung dengan sistem penggerak pedal kaki guna meningkatkan kuantitas jagung sehingga tetap menjaga kualitas produk. Alat pemipil jagung ini dirancang dengan menggunakan pendekatan ergonomi, sehingga alat pemipil jagung ini mampu memberikan rasa nyaman terhadap operator saat melakukan pekerjaannya.

Keluaran penelitian ini adalah menghasilkan alat pemipil jagung yang terdiri dari empat bagian yaitu, kerangka pemipil, bagian pemipil, corong pengumpan dan bagian penggerak. Prinsip kerja dari alat pemipil jagung adalah memanfaatkan tenaga yang dihasilkan oleh kayuhan sepeda. Melalui mekanisme roda gigi dan rantai tenaga yang dihasilkan oleh kayuhan sepeda akan dipindahkan pada poros pemipil, sehingga silinder pemipil akan berputar. Dengan pendekatan ergonomi diharapkan tercipta alat pemipil jagung yang aman dan nyaman sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki manusia.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan gambaran proses yang saling berkaitan mulai dari identifikasi masalah sampai dengan kesimpulan yang diambil dari sebuah penelitian. Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Metodologi penelitian

3.1 IDENTIFIKASI MASALAH

Pada tahap ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, studi pustaka, dan studi lapangan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Latar belakang,

Observasi yang telah dilakukan di 'PJ' Snack diketahui bahwa pengrajin masih menggunakan Alat perajang singkong yang kurang memenuhi standar anthropometri, di mana dalam pengerjaannya dengan cara di engkol dan posisi tubuh operator tidak nyaman dalam bekerja, sehingga operator sering mengalami kelelahan fisik dan nyeri sendi pada saat bekerja.

Evaluasi yang lebih lanjut mengarah pada perbaikan fasilitas kerja pada proses perajangan singkong dengan pertimbangan ergonomi untuk meningkatkan kenyamanan posisi operator pada proses perajangan singkong. Maka perlu dilakukan perancangan alat perajang singkong dengan sistem pedal kaki berdasar anthropometri pekerja, sehingga dihasilkan alat perajang singkong yang nyaman bagi operator.

2. Perumusan masalah,

Berdasarkan observasi awal yang telah dilakukan maka perlu adanya perbaikan proses produksi pada stasiun perajangan dengan merancang alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki untuk usaha keripik singkong yang memenuhi prinsip anthropometri pekerja, sehingga memberikan rasa nyaman pada operator saat bekerja.

3. Tujuan dan manfaat,

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat rancangan alat perajang singkong dengan sistem pedal kaki pada stasiun perajangan singkong berdasar anthropometri pekerja. Manfaat dari penelitian ini diharapkan menghasilkan alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki pertimbangan prinsip ergonomi sehingga operator merasa nyaman dalam bekerja.

4. Studi pustaka,

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh informasi pendukung yang diperlukan dalam penyusunan laporan penelitian, yakni dengan mempelajari literatur, makalah, penelitian penunjang dan semua pelajaran yang berkaitan dengan masalah konsep ilmu anthropometri.

5. Studi lapangan,

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk perancangan alat perajang singkong. Informasi ini berupa data kualitatif dan data kuantitatif yang digunakan pada pengolahan data selanjutnya.

3.2 PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk perancangan alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki yang dijelaskan pada sub bab berikut ini.

3.2.1 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah identifikasi masalah, data lingkungan kerja, data elemen kerja dan data anthropometri yang dijelaskan, sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Mengamati alat perajang singkong yang digunakan di 'PJ' Snack dan serangkaian proses produksinya, kemudian mengidentifikasi dan menganalisa sebagai acuan untuk perancangan alat perajang singkong yang baru.

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data anthropometri yang dibutuhkan untuk perancangan alat. Hasil dari wawancara di tempat penelitian diketahui bahwa posisi operator kurang nyaman pada saat melakukan proses operasi. Data anthropometri diambil dengan pengukur secara langsung terhadap operator di 'PJ' Snack dengan menggunakan pita penggaris.

2. Lingkungan kerja pada stasiun perajangan singkong

Mengamati kondisi lingkungan pada proses perajangan singkong di 'PJ' Snack. Data yang diambil pada lingkungan kerja meliputi bagaimana operator melakukan pekerjaannya ditinjau dari segi alat, posisi kerja dan tempat kerja.

3. Elemen kerja pada proses perajangan singkong

Proses perajangan singkong di 'PJ' Sanck menggunakan alat yang sederhana yang memerlukan gerakan-gerakan tangan, baik tangan kanan maupun tangan kiri. Data yang diambil adalah data elemen-elemen kerja yang ada pada proses perajangan singkong dengan

menggunakan alat lama, berupa cara pengoperasian alat atau cara kerja berupa data peta tangan kanan dan tangan kiri

4. Anthropometri

Data anthropometri yang digunakan dalam menentukan fasilitas kerja dan perancangan alat perajang singkong adalah tinggi duduk tegak (TDT), jarak tangan depan (JTD), lebar tangan (LT), tinggi siku duduk (TSD) dan tinggi popliteal (TP). Pengukuran data anthropometri yang diambil dari data anthropometri Laboratorium Analisa Perancangan Kerja dan Ergonomi UNS.

Posisi kerja dan lingkungan kerja pada stasiun perajangan singkong di 'PJ' Snack dapat dijelaskan seperti pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Tampak depan dan tampak samping

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

Dari hasil penelitian maka diperoleh data anthropometri pekerja. Data yang terkumpul selanjutnya di uji, pengujian data anthropometri, yaitu:

a. Uji keseragaman data,

Uji keseragaman data dilakukan dengan mengeplotkan data anthropometri pada peta kendali \bar{x} . Batas kendali atas dan bawah dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3 dan persamaan 2.4. Dimana rata-rata dan standar deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 dan persamaan 2.12

b. Uji kecukupan data,

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencukupi. Pada uji kecukupan data ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%. Uji ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.5. Data

akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya.

c. Perhitungan persentil

Pada perancangan alat perajang singkong menggunakan prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu. Persentil yang digunakan adalah persentil ke-5 dan persentil ke-95. Cara perhitungan persentil dapat dilihat pada tabel 2.3.

3.2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap perhitungan data yang telah dikumpulkan berdasarkan pengamatan untuk merancang alat perajang singkong dengan sistem pedal kaki. Tahap-tahap pengolahan data pada perancangan alat perajang singkong dengan sistem pedal kaki, yaitu:

1. Penyusunan dimensi alat dengan operator (anthropometri)

Data anthropometri digunakan untuk menentukan tinggi, panjang dan lebar alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki, proses pengujian dilakukan dengan rumusan persamaan 2.1 sampai dengan persamaan 2.5.

2. Menentukan *bill of material*,

Material penyusunan produk (*bill of material*) merupakan gambaran dari komponen-komponen alat perajang singkong yang dirangkai menjadi satu sehingga menjadi sebuah alat yang dapat dioperasikan

3. Statika (konstruksi),

Statika adalah ilmu yang mempelajari tentang statik dari suatu beban yang mungkin ada pada bahan (konstruksi) atau yang dapat dikatakan sebagai perubahan terhadap panjang benda awal karena gaya tekan atau beban. Statika meliputi komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan alat dan dipergunakan sebagai alat pendukung proses gerak alat yang dirancang. Perhitungan kekuatan rangka menggunakan persamaan 2.7 sampai dengan persamaan 2.12.

4. Menentukan elemen kerja,

Elemen kerja adalah atau yang disebut dengan peta tangan kiri dan tangan kanan yaitu, menggambarkan semua gerakan-gerakan dan waktu menganggur saat bekerja, yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan. Selain itu, peta ini dapat menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan suatu pekerjaan. Perhitungan efisiensi siklus waktu kerja menggunakan persamaan 2.6.

5. Uji kuantitas hasil perajangan singkong,

Uji kuantitas untuk membandingkan hasil perajangan singkong yang dilakukan di 'PJ' Snack di Mukiran milik Bapak Ganang dengan alat yang telah dirancang.

6. Penggolongan biaya pembuatan,

Penggolongan biaya pembuatan adalah semua biaya yang diperlukan dan biaya investasi, sedangkan BEP merupakan titik impas dimana perusahaan dalam kondisi tidak untung dan tidak rugi. Perhitungan biaya tersebut menggunakan persamaan 2.13 sampai dengan persamaan 2.15.

3.3 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Menjelaskan analisis dan interpretasi hasil pengumpulan dan pengolahan data dari perancangan alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki dengan mempertimbangkan anthropometri operator.

3.4 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahap ini akan membahas kesimpulan dari hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian dan kemudian memberikan saran perbaikan yang mungkin dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah identifikasi masalah, data anthropometri yang dibutuhkan untuk menentukan dan perancangan alat perajang singkong yang baru.

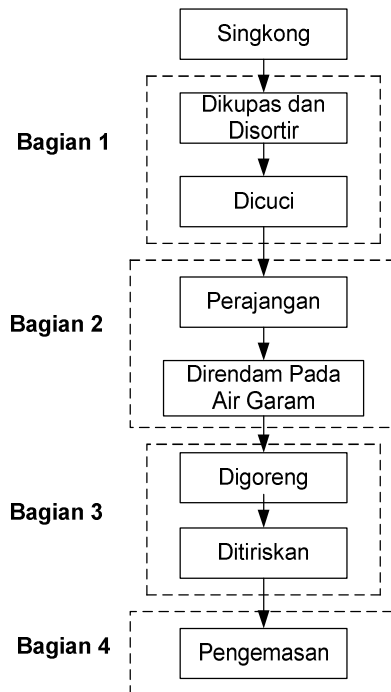
4.1.1 Stasiun Kerja Perajangan Singkong

Peralatan yang digunakan untuk memproduksi keripik singkong masih bersifat sederhana dan dilakukan secara manual. Proses produksi keripik singkong di 'PJ' Snack milik Bapak Ganang banyak melibatkan tenaga kerja dari sekitar tempat tinggalnya. Diikutsertakan masyarakat sekitar dalam proses produksi pembuatan keripik singkong secara tidak langsung dapat mengurangi tingkat pengangguran dan meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar perusahaan yang diatur dan dikendalikan langsung oleh Bapak Ganang sendiri. Secara garis besar proses produksi pembuatan keripik singkong terbagi menjadi empat bagian proses, yang mana pada setiap proses dikerjakan oleh satu atau beberapa karyawan, yaitu:

1. Proses pengupasan dan pencucian, pada proses ini ketela dikupas dari kulitnya kemudian disortir antara singkong yang baik dan kurang baik untuk kemudian dicuci hingga bersih.
2. Perajangan, pada proses ini singkong yang telah dicuci kemudian dirajang tipis-tipis menggunakan alat perajang yang ada Singkong yang telah dirajang kemudian direndam kedalam bak yang berisi air garam, agar rasa yang dihasilkan dapat maksimal dan gurih.
3. Penggorengan dan pentirisan, pada proses ini singkong yang telah direndam pada air garam kemudian digoreng hingga matang. Setelah matang kemudian singkong ditiriskan agar kadar minyak berkurang.
4. Proses pengemasan, pada proses ini keripik singkong yang telah ditiriskan dikemas dalam kantong plastik. Pada proses ini pengemasan dilakukan dalam berbagai ukuran atau sesuai pesanan, mulai dari kemasan yang berat satu kilogram hingga lima kilogram, juga tersedia kemasan eceran yang cara pengemasannya dengan menggunakan mesin press kusus plastik.

Setelah hal ini dilakukan kemudian bagian pemasaran mengantarkan keripik singkong yang telah dikemas ke toko-toko yang telah pesan. Bagian aliran proses produksi pembuatan

keripik singkong yang dilakukan di 'PJ' Snack milik Bapak Ganang dapat dijelaskan pada gambar 4.1 dibawah ini.

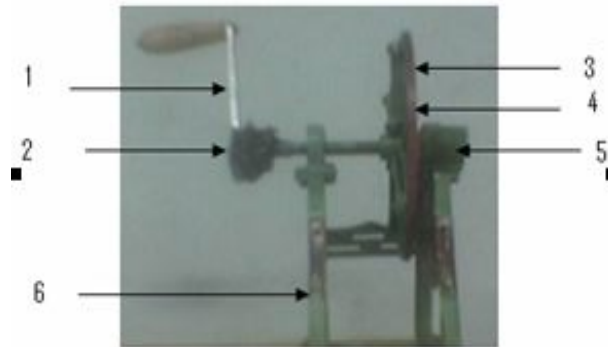


Gambar 4.1 Bagian alir proses produksi keripik singkong

Sumber: 'PJ' Snack 2008

A. Alat perajang singkong awal

Dari bagian aliran proses di atas masih menggunakan alat perajang yang sederhana dan digerakkan secara manual dengan cara diputar dengan tangan atau diengkol. Gambar alat perajang singkong dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Alat perajang awal

Sumber: 'PJ' Snack, 2008

Keterangan gambar 4.2 dan fungsinya, yaitu:

1. Tuas, berfungsi untuk memutar mata pisau yang dihubungkan dengan As ke rumah mata pisau.
2. As atau poros, berfungsi menghubungkan engkol dengan rumah pisau.
3. Rumah pisau, berfungsi sebagai tempat mata pisau.
4. Mata pisau, berfungsi untuk merajang singkong
5. Landasan potong, berfungsi untuk meletakkan singkong yang akan dirajang supaya posisi singkong tidak geser.
6. Rangka, berfungsi menyangga alat perajang dan komponennya.

B. Operator perajang singkong

Alat perajang singkong yang digunakan untuk merajang singkong ditempat penelitian menggunakan alat perajang singkong yang masih sederhana dengan cara kerja diputar atau engkol. Proses perajangan singkong ditempat penelitian kurang ergonomis, hal ini disebabkan karena fasilitas kerja yang dipakai tidak sesuai. Pada proses ini operator dalam melakukan perajangan tidak menggunakan meja, alat perajang diletakkan di atas lantai dan posisi operator lebih tinggi dari alat sehingga posisi punggung operator membungkuk dan kaki tertekuk. Tinggi alat perajang yang digunakan 21 cm dan lebar 15 cm. Proses perajangan dengan alat perajang singkong ditempat penelitian dapat pada gambar 4.3 dibawah ini.



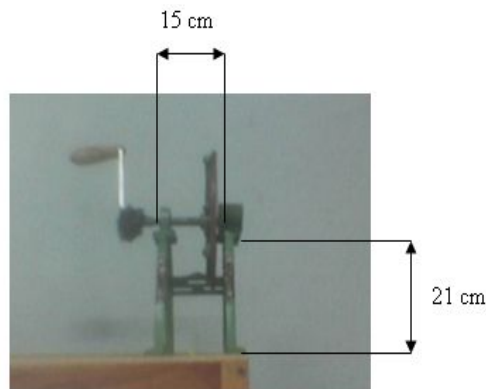
Gambar 4.3 Merajang singkong dengan alat perajang awal

Sumber: Data diolah, 2009

Fasilitas kerja lain yang belum sesuai dengan kondisi kerja yang baik ditempat penelitian adalah kursi. Kursi yang digunakan tingginya hanya 10 cm sehingga posisi operator saat melakukan pekerjaannya membungkuk. Pada proses ini tidak semua operator menggunakan kursi sebagai tempat duduk, ada yang dengan cara duduk diatas lantai, sehingga pada perancangan perbaikan alat perajang singkong ini dibuat rancangan fasilitas kerja yang sesuai dengan kondisi alat.

4.1.2 Spesifikasi Alat Perajang Singkong

Alat perajang singkong yang digunakan di PJ snack saat ini memiliki dimensi atau ukuran dengan panjang 30 cm, lebar alat 15 cm, tinggi 21 cm dan berat 5,2 kilogram.



Gambar 4.4 Dimensi alat perajang singkong tipe engkol

Sumber: 'PJ' Snack, 2009


Berdasarkan pengamatan dan keterangan operator perajangan, dapat diketahui bahwa posisi operator dalam melakukan proses kerjanya tidak sesuai dengan anthropometri pekerja karena posisi alat lebih rendah dari operator. Posisi operator yang menunduk dan kaki yang

tertekuk dalam melakukan pekerjaannya dapat menyebabkan kelelahan fisik pada tengkuk dan dan tulang belakang serta kaki sering mengalami kesemutan.

4.1.3 Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan

Data elemen kerja merupakan data peta tangan kanan dan tangan kiri. Data ini diperoleh sengan mengamati setiap gerakan tangan kanan dan tangan kiri yang dilakukan operator pada stasiun perajangan kemudian menganalisisnya. Selain itu, dapat menunjukkan perbandingan antara tugas yang diberikan tangan kanan dan kiri ketika melakukan pekerjaan. Peta kerja tangan kanan dan kiri dengan menggunakan alat perajang dengan sistem engkol dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Peta tangan kanan dan tangan kiri

PETA KERJA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
PEKERJAAN		: PERAJANGAN SINGKONG					
DEPARTEMEN		: PERAJANGAN					
NO. PETA		: 01					
SEKARANG		: ■					
DIPETAKAN OLEH		: EKO PUTRO					
TANGGAL DIPETAKAN		: 1 JUNI 2009					
							
Tangan kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Lambang		Tangan kanan	Jarak (cm)	Waktu (detik)
Memegang tuas atau engkol alat perajang	47	1	Re	Re	Ambil singkong	60	1
Menunggu		1	D	P	Meletakkan singkong pada landasan potong	45	1
Memutar tuas atau engkol alat perajang	45	15	U	P	Mendorong dan mengarahkan singkong ke mata pisau alat perajang	45	15
					Selesai merajang		
Total	82	17			Total	150	17
Waktu tiap siklus = 17 detik							
Jumlah produk tiap siklus = 1 siklus pengerjaan							
Waktu untuk membuat satu produk = 17 detik per satu potong singkong							

Sumber: Data diolah, 2009

Dijelaskan pada tabel 4.1 di atas merupakan data peta kerja tangan kanan dan tangan kiri pada proses perajangan singkong dengan menggunakan alat tipe engkol, pengukuran waktu kerja operator di ukur berdasarkan waktu proses gerakan tangan pada saat bekerja, sedangkan waktu

set up atau *setting* alat tidak di ukur. Waktu proses yang dihasilkan gerakan tangan pada saat bekerja menggunakan alat perajang singkong membutuhkan waktu 17 detik per satu potong singkong dengan *sampel* panjang ukuran benda kerja 25 cm.

4.1.4 Data Anthropometri

Data anthropometri yang digunakan dalam perancangan alat perajang singkong adalah tinggi duduk tegak, jarak tangan depan, lebar tangan, tinggi siku duduk dan tinggi popliteal. Data yang terkumpul selanjutnya di uji keseragaman data dan uji kecukupan datanya, kemudian dilakukan perhitungan nilai persentil yang digunakan untuk menentukan ukuran dari alat perajang singkong.

A. Uji keseragaman data, uji kecukupan data dan perhitungan nilai persentil untuk data anthropometri

Setelah melakukan pengukuran dimensi tubuh mengenai keadaan aktual dari fasilitas kerja yang diperlukan untuk perancangan alat perajang singkong, kemudian dilakukan perhitungan data anthropometri. Perhitungan data anthropometri meliputi uji keseragaman data, uji kecukupan data dan perhitungan presentil, sebagai berikut:

1. Tinggi duduk tegak (TDT)

Di ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung kepala. Subjek duduk tegak dengan memandang lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku. Tinggi duduk tegak digunakan untuk menentukan tinggi alat.

a. Uji keseragaman data tinggi duduk tegak,

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi menggunakan 30 sampel karena $n = 5$, n merupakan ukuran sampel sehingga subgroup dibuat 6 data dianggap normal.

Tabel 4.2 Persiapan perhitungan uji keseragaman data TDT

Sub group	Urutan data dalam cm					\bar{x}
	1	2	3	4	5	
1	91	86	89	88	87	88.2
2	90	89	87	86	84	87.2
3	89	86	86	91	87	87.8
4	86	87	89	89	81	86.4
5	88	82	84	86	87	85.4

6	89	87	85	87	86	86.8
						\bar{x}
						86,9

Contoh perhitungan rata-rata,

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{91 + 86 + 89 + 88 + 87}{5} = 88,2 \text{ cm} \quad \bar{X}_2 = \frac{90 + 89 + 87 + 86 + 84}{5} = 87,2 \text{ cm}$$

Perhitungan rata-rata sub group,

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N} = \frac{88,2 + 87,2 + 87,8 + 86,4 + 85,4 + 86,8}{6} = 86,96 \text{ cm}$$

Contoh perhitungan standar deviasi,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{(91 - 88,2)^2 + (86 - 88,2)^2 + (89 - 88,2)^2 + (88 - 88,2)^2 + (87 - 88,2)^2}{5 - 1}}$$

$$= 2,23 \text{ cm}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{(90 - 87,2)^2 + (89 - 87,2)^2 + (87 - 87,2)^2 + (86 - 87,2)^2 + (84 - 87,2)^2}{5 - 1}}$$

$$= 2,38 \text{ cm}$$

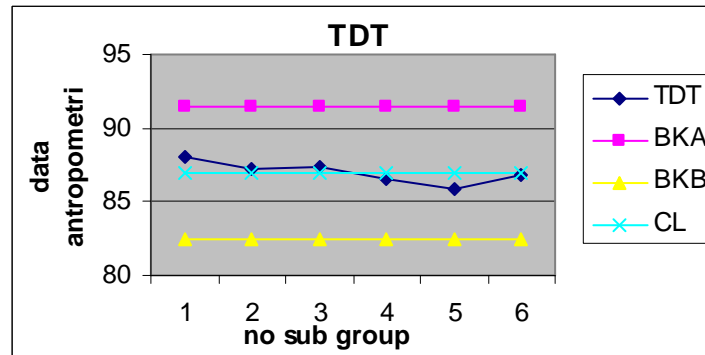
Perhitungan standar deviasi sub group,

$$\sigma_x = \frac{\sum \sigma_i}{n} = \frac{2,23 + 2,38 + 2,50 + 3,28 + 1,78 + 1,48}{6} = \frac{13,65}{6} = 2,27 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata tinggi duduk tegak 86,96 cm dan standar deviasinya 2,27 cm. Perhitungan batas kendali atas dan bawah menggunakan persamaan 2.3 dan persamaan 2.4, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{\bar{X}} + K \cdot \sigma_x \\ &= 86,96 + (2 \cdot 2,27) \\ &= 86,96 + (4,54) \\ &= 91,51 \text{ cm} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{\bar{X}} - K \cdot \sigma_x \\ &= 86,96 - (2 \cdot 2,27) \\ &= 86,96 - (4,54) \\ &= 82,45 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan batas kontrol atas tinggi duduk tegak 91,51 cm dan batas kontrol bawahnya 82.45 cm. Grafik kendali tinggi duduk tegak disajikan pada gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Grafik kendali TDT

Pada gambar 4.4 di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada pada batas-batas pengendalian sehingga tidak perlu membuat peta kendali revisi.

b. Uji kecukupan data tinggi duduk tegak,

Pada uji kecukupan data anthropometri ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% sehingga nilai $k = 2$ dan nilai $s = 0,05$. Perhitungan uji kecukupan data tinggi duduk tegak menggunakan persamaan 2.5, sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30(227043) - (6806881)^2}}{2609} \right]^2 = 1.036$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai N' sebesar 1.036 Karena data teoritis N' lebih kecil daripada jumlah pengamatan sebenarnya N maka data yang dikumpulkan telah mencukupi.

c. Perhitungan persentil,

$\begin{aligned} \text{Persentil-5} &= \bar{X} - 1,645.\sigma X \\ &= 86,96 - (1,645*2,27) \\ &= 83,21 \text{ cm} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Persentil-95} &= \bar{X} + 1,645.\sigma X \\ &= 86,96 + (1,645*2,27) \\ &= 90.70 \text{ cm} \end{aligned}$
--	---

2. Jarak tangan depan (JTD)

Diukur jarak horizontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subyek duduk tegak tangan direntangkan horizontal ke depan. Jarak tangan depan berfungsi untuk menentukan panjang rangka

a. Uji keseragaman data jarak tangan depan,

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi menggunakan sampel 30 karena $n = 5$, n merupakan ukuran sampel sehingga subgroup dibuat 6 data dianggap telah normal.

Tabel 4.3 Persiapan perhitungan uji keseragaman data JTD

Sub group	Urutan data dalam cm					\bar{x}
	1	2	3	4	5	
1	68	66	75	67	68	68
2	66	65	71	66	69	67.4
3	57	77	64	63	69	66
4	53	75	67	69	68	66.4
5	65	66	68	65	69	69
6	68	70	68	68	66	68
\bar{x}						67.4

Contoh perhitungan rata-rata,

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{68 + 66 + 75 + 67 + 68}{5} = 68,8 \text{ cm} \quad \bar{X}_2 = \frac{66 + 65 + 71 + 66 + 69}{5} = 67,4 \text{ cm}$$

Perhitungan rata-rata sub group,

$$\begin{aligned} \bar{\bar{X}} &= \frac{\sum \bar{X}}{N} \\ &= \frac{68 + 64,7 + 66 + 66,4 + 69 + 68}{6} = 67,46 \text{ cm} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan standar deviasi,

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{\bar{X}})^2}{N - 1}} \\ \sigma_1 &= \sqrt{\frac{(68 - 68,8)^2 + (66 - 68,8)^2 + (75 - 68,8)^2 + (67 - 68,8)^2 + (68 - 68,8)^2}{5 - 1}} \\ &= 3,67 \text{ cm} \\ \sigma_2 &= \sqrt{\frac{(66 - 67,4)^2 + (65 - 67,4)^2 + (71 - 67,4)^2 + (66 - 67,4)^2 + (69 - 67,4)^2}{5 - 1}} \\ &= 2,51 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perhitungan standar deviasi sub group,

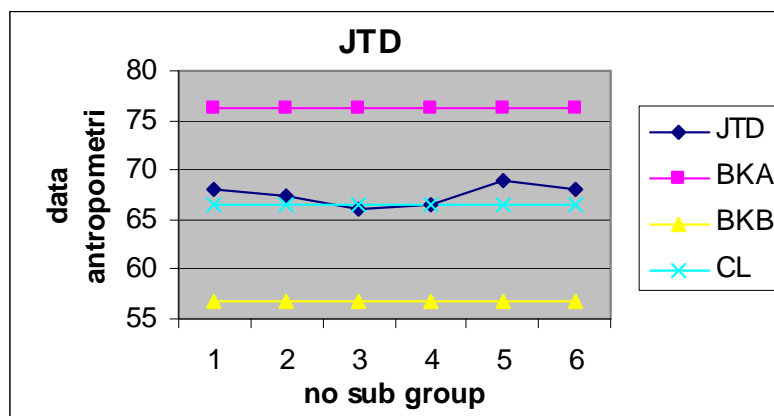
$$\sigma_K = \frac{\sum \sigma_i}{xn} = \frac{3,67 + 2,51 + 7,48 + 8,11 + 3,24 + 1,4}{6} = \frac{26,41}{6} = 4,40 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata jarak tangan depan 67,46 cm dan standar deviasinya 4.40 cm. Perhitungan batas kendali atas dan bawah, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + K.\sigma X \\ &= 67,46 + (2 \cdot 4,40) \\ &= 76,26 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{X} - K.\sigma X \\ &= 67,46 - (2 \cdot 4,40) \\ &= 58,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan batas kendali atas jarak tangan depan 76.26 cm dan batas kontrol bawahnya 58.66 cm. Grafik kendali tinggi duduk tegak disajikan pada gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Grafik kendali JTD

Pada gambar 4.5 di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada pada batas-batas pengendalian sehingga tidak perlu membuat peta kendali revisi.

- b. Uji kecukupan data jarak tangan depan,

Pada uji kecukupan data anthropometri ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% sehingga nilai $k = 2$ dan nilai $s = 0,05$. Perhitungan uji kecukupan data jangkauan tangan depan, sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2 / 0,05 \sqrt{30(136088) - (4064256)^2}}{2016} \right]^2 = 7,23$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai N' sebesar 7,23. Karena data teoritis N' lebih kecil daripada jumlah pengamatan sebenarnya N maka data yang dikumpulkan telah mencukupi.

- c. Perhitungan persentil,

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil-5} &= \bar{X} - 1,645 \cdot \sigma X \\
 &= 67,46 - (1,645 \cdot 4,4) \\
 &= 60,22 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

3. Lebar tangan (LT)

Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking. diameter saat jari tangan menggenggam.

a. Uji keseragaman data genggam tangan,

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi menggunakan sampel 30 karena $n = 5$, n merupakan ukuran sampel sehingga subgroup dibuat 6 data dianggap normal.

Tabel 4.4 Persiapan perhitungan uji keseragaman data LT

Sub group	Urutan data dalam cm					\bar{x}
	1	2	3	4	5	
1	8	7	9	8	11	8.6
2	7	10	9	8	10	8.8
3	9	8	8	10	9	8.8
4	9	9	10	7	8	8.6
5	7	8	11	7	9	8.4
6	8	9	10	11	8	8
\bar{x}						8.53

Contoh perhitungan rata-rata,

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{8+7+9+8+11}{5} = 8,6 \text{ cm} \quad \bar{X}_1 = \frac{7+10+9+8+10}{5} = 8,8 \text{ cm}$$

Perhitungan rata-rata sub group,

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N} = \frac{8,6+8,8+8,8+8,6+8,4+8}{6} = 8,5 \text{ cm}$$

Contoh perhitungan standar deviasi,

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{N-1}} \quad \sigma_1 = \sqrt{\frac{(8-8,6)^2 + (7-8,6)^2 + (9-8,6)^2 + (8-8,6)^2 + (11-8,6)^2}{5-1}} \\
 &= 1,52 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{(7-8,8)^2 + (10-8,8)^2 + (9-8,8)^2 + (8-8,8)^2 + (10-8,8)^2}{5-1}}$$

$$= 1,30 \text{ cm}$$

Perhitungan standar deviasi sub group,

$$\sigma_x = \frac{\sum \sigma_i}{n}$$

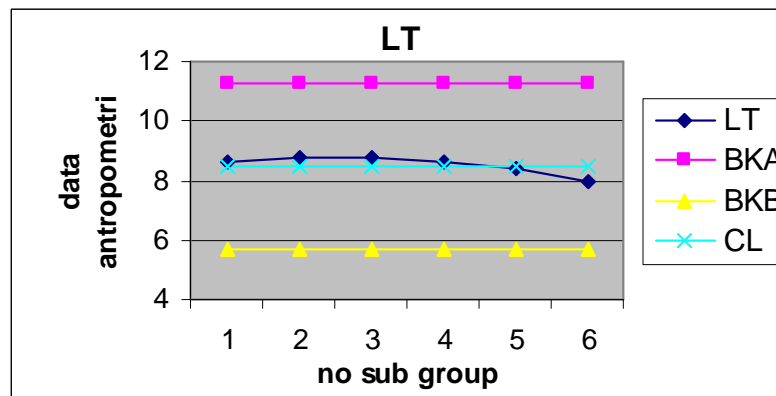
$$= \frac{1,52 + 1,30 + 0,84 + 1,14 + 1,67 + 1,87}{6} = \frac{8,34}{6} = 1.39 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata lebar tangan 8,5 cm dan standar deviasinya 1.39 cm.

Perhitungan batas kendali atas dan bawah, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{\bar{X}} + K.\sigma_X & \text{BKB} &= \bar{\bar{X}} - K.\sigma_X \\ &= 8,5 + (2 \cdot 1.39) & &= 8,5 - (2 \cdot 1.39) \\ &= 11.28 \text{ cm} & &= 5.75 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan batas kendali atas rentangan tangan 11.28 cm dan batas kendali bawahnya 5.74 cm. Grafik kendali tinggi duduk tegak disajikan pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik kendali LT

Pada gambar 4.6 di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada pada batas-batas pengendalian sehingga tidak perlu membuat peta kendali revisi.

b. Uji kecukupan data lebar tangan,

Pada uji kecukupan data anthropometri ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% sehingga nilai $k = 2$ dan nilai $s = 0,05$. Perhitungan uji kecukupan data lebar tangan, sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30(2332) - (68644)^2}}{262} \right]^2 = 30$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai N' sebesar 30. Karena data teoritis N' lebih kecil daripada jumlah pengamatan sebenarnya N maka data yang dikumpulkan telah mencukupi.

c. Perhitungan persentil,

$$\begin{aligned} \text{Persentil-5} &= \bar{X} - 1,645 \cdot \sigma X & \text{Persentil-95} &= \bar{X} + 1,645 \cdot \sigma X \\ &= 8,5 - (1,645 \cdot 1,39) & &= 8,5 + (1,645 \cdot 1,39) \\ &= 6,21 \text{ cm} & &= 10,78 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. Tinggi Siku Duduk (TSD)

Diukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku. Subyek duduk tegak dengan lengan atas vertikal disisi badan dan membentuk sudut situ-siku dengan lengan bawah. Tinggi siku duduk digunakan menentukan tinggi alat.

a. Uji keseragaman data tinggi siku duduk,

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi menggunakan sampel 30 karena $n = 5$, n merupakan ukuran sampel sehingga subgroup dibuat 6 data dianggap telah normal.

Tabel 4.5 Persiapan perhitungan uji keseragaman data TSD

Sub group	Urutan data dalam cm					\bar{x}
	1	2	3	4	5	
1	20	18	19	18	19	18,4
2	19	20	20	19	20	18
3	20	19	18	17	18	18
4	19	20	19	20	19	18,6
5	17	19	18	19	17	18,8
6	18	19	17	20	18	19,6
\bar{x}						18,56

Contoh perhitungan rata-rata,

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{19+17+20+17+19}{5} = 18,4 \text{ cm} \quad \bar{X}_2 = \frac{18+19+17+19+17}{5} = 18 \text{ cm}$$

Perhitungan rata-rata sub group,

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N}$$

$$= \frac{18,4 + 18 + 18 + 18,6 + 18,8 + 19,6}{6} = 18,56 \text{ cm}$$

Contoh perhitungan standar deviasi,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{(19 - 18,4)^2 + (17 - 18,4)^2 + (20 - 18,4)^2 + (17 - 18,4)^2 + (19 - 18,4)^2}{5 - 1}}$$

$$= 1,35 \text{ cm}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{(18 - 18)^2 + (19 - 18)^2 + (17 - 18)^2 + (19 - 18)^2 + (17 - 18)^2}{5 - 1}}$$

$$= 1 \text{ cm}$$

Perhitungan standar deviasi sub group,

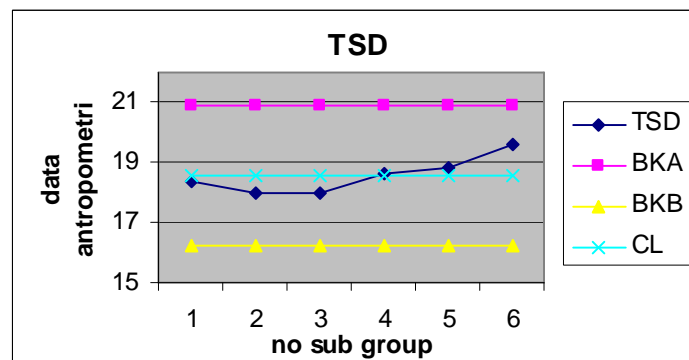
$$\sigma_x = \frac{\sum \sigma_i}{n}$$

$$= \frac{1,35 + 1 + 1,58 + 1,14 + 1,10 + 0,9}{6} = \frac{7,07}{6} = 1,17 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata tinggi siku duduk 18,56 cm dan standar deviasinya 1,17 cm. Perhitungan batas kendali atas dan bawah, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + K \cdot \sigma X & \text{BKB} &= \bar{X} - K \cdot \sigma X \\ &= 18,56 + (2 \cdot 1,17) & &= 18,56 - (2 \cdot 1,17) \\ &= 20,9 \text{ cm} & &= 16,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan batas kendali atas rentangan tangan 20.9 cm dan batas kendali bawahnya 16.22 cm. Grafik kendali tinggi duduk tegak disajikan pada gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Grafik kendali TSD

Pada gambar 4.8 di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada pada batas-batas pengendalian sehingga tidak perlu membuat peta kendali revisi.

- b. Uji kecukupan data tinggi siku duduk,

Pada uji kecukupan data anthropometri ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% sehingga nilai $k = 2$ dan nilai $s = 0,05$. Perhitungan uji kecukupan data tinggi siku duduk, sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30(10385) - (557)^2}}{557} \right]^2 = 6,70$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai N' sebesar 6,70. Karena data teoritis N' lebih kecil dari pada jumlah pengamatan sebenarnya N maka data yang dikumpulkan telah mencukupi.

- c. Perhitungan Persentil,

$$\begin{aligned} \text{Persentil-95} &= \bar{X} + 1,645 \cdot \sigma X \\ &= 18,56 + (1,645 \cdot 1.17) \\ &= 17.73 \text{ cm} \end{aligned}$$

5. Tinggi popliteal (TP)

Subyek duduk tegak, ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (*popliteal*). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku. Tinggi popliteal berfungsi untuk menentukan tinggi tempat duduk operator dan tinggi rangka.

- a. Uji keseragaman data tinggi popliteal,

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi menggunakan sampel 30 karena $n = 5$, n merupakan ukuran sampel sehingga subgroup dibuat 6 data dianggap telah normal.

Tabel 4.6 Persiapan perhitungan uji keseragaman data TP

Sub group	Urutan data dalam cm					\bar{x}
	1	2	3	4	5	
1	39	41	41	40	43	40.8
2	41	40	41	42	39	40.6
3	41	43	39	40	39	40.4
4	40	42	41	38	41	40.4
5	39	42	43	39	42	41
6	41	41	43	43	40	41.6
\bar{x}						40,8

Contoh perhitungan rata-rata,

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{39 + 41 + 41 + 40 + 43}{5} = 40,8 \text{ cm}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{41 + 40 + 41 + 42 + 39}{5} = 40,6 \text{ cm}$$

Perhitungan rata-rata sub group,

$$\begin{aligned} \bar{\bar{X}} &= \frac{\sum \bar{X}}{N} \\ &= \frac{40,8 + 40,6 + 40,4 + 40,4 + 41 + 41,6}{6} = 40,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan standar deviasi,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{\bar{X}})^2}{N - 1}}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sqrt{\frac{(39 - 40,8)^2 + (41 - 40,8)^2 + (41 - 40,8)^2 + (40 - 40,8)^2 + (43 - 40,8)^2}{5 - 1}} \\ &= 1,48 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sqrt{\frac{(41 - 40,6)^2 + (40 - 40,6)^2 + (41 - 40,6)^2 + (42 - 40,6)^2 + (39 - 40,6)^2}{5 - 1}} \\ &= 1,14 \text{ cm} \end{aligned}$$

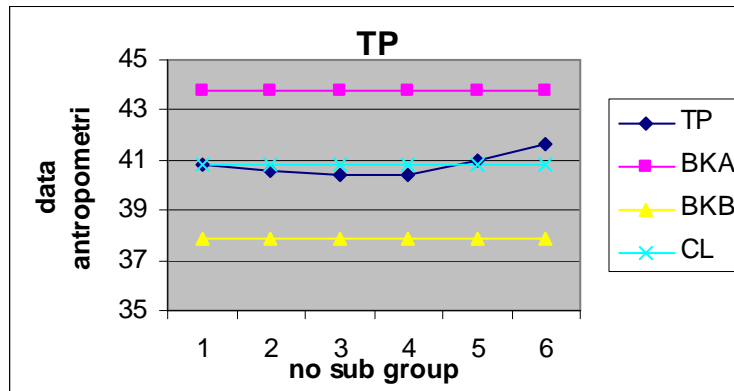
Perhitungan standar deviasi sub group,

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\sum \sigma_i}{n} \\ &= \frac{1,48 + 1,14 + 1,67 + 1,52 + 1,87 + 1,24}{6} = \frac{8,92}{6} = 1,48 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata tinggi popliteal 40,8 cm dan standar deviasinya 1.48 cm. Perhitungan batas kendali atas dan bawah, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{\bar{X}} + K \cdot \sigma_x & \text{BKB} &= \bar{\bar{X}} - K \cdot \sigma_x \\ &= 40,8 + (2 \cdot 1,48) & &= 40,8 - (2 \cdot 1,48) \\ &= 43,76 \text{ cm} & &= 37,84 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan batas kendali atas tinggi popliteal 43.76 cm dan batas kendali bawahnya 37.84 cm. Grafik kendali tinggi popliteal disajikan pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.8 Grafik kendali TP

Pada gambar 4.8 di atas dapat dilihat bahwa data sudah berada pada batas-batas pengendalian sehingga tidak perlu membuat peta kendali revisi.

b. Uji kecukupan data tinggi popliteal,

Pada uji kecukupan data anthropometri ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% sehingga nilai $k = 2$ dan nilai $s = 0,05$. Perhitungan uji kecukupan data rentangan tangan, sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2 / 0,05 \sqrt{30(10595) - (563)^2}}{563} \right]^2 = 4,46$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai N' sebesar 4,46 Karena data teoritis N' lebih kecil daripada jumlah pengamatan sebenarnya N maka data yang dikumpulkan telah mencukupi.

c. Perhitungan persentil,

$$\text{Persentil-5} = \bar{X} - 1,645.\sigma X$$

$$= 40,8 - (1,645 \cdot 1.48)$$

$$= 38.37 \text{ cm}$$

$$\text{Persentil-95} = \bar{X} + 1,645.\sigma X$$

$$= 40,8 + (1,645 \cdot 1.48)$$

$$= 43.24 \text{ cm}$$

Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil uji keseragaman data

No	Deskripsi Data	\bar{X}	σX	BKA	BKB	Kesimpulan
1	Tinggi duduk tegak	86,9	2.27	91.51	82.45	Data seragam
2	Jarak tangan depan	67,4	4.40	76.26	58.66	Data seragam
3	Lebar tangan	8,53	1.39	11.28	5.75	Data seragam
4	Tinggi siku duduk	18,56	1.17	20.9	16.22	Data seragam
5	Tinggi popliteal	40,8	1.48	43.76	37.84	Data seragam

Sumber: Pengolahan data, 2009

Tabel 4.8 Rekapitulasi hasil uji kecukupan data

No	Deskripsi Data	N'	Kesimpulan
1	Tinggi duduk tegak	1,03	Data cukup
2	Jarak tangan depan	7,23	Data cukup
3	Lebar tangan	30	Data cukup
4	Tinggi siku duduk	4,46	Data cukup
5	Tinggi popliteal	1,94	Data cukup

Sumber: Pengolahan data, 2009

Tabel 4.9 Rekapitulasi hasil perhitungan persentil

No	Deskripsi Data	P-5	P-95
1	Tinggi duduk tegak	83.21	90.70
2	Jarak tangan depan	60.22	-
3	Lebar tangan	6.22	10.78
4	Tinggi siku duduk	-	17.73
5	Tinggi popliteal	38.77	43.24

Sumber: Pengolahan data, 2009

Tabel rekapitulasi data di atas, selanjutnya ditentukan dimensi alat perajang singkong dan fasilitas kerja lainnya. Penentuan dimensi alat perajang singkong dan fasilitas kerja lainnya dapat dilihat pada tahap pengolahan data.

4.2 PENGOLAHAN DATA

Setelah tahapan proses pengumpulan data selesai, maka tahap berikutnya yaitu pengolahan data

4.2.1 Dimensi Alat Dengan Operator Berdasarkan Data Anthropometri

Penentuan tinggi rangka dan kursi alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki dapat dijelaskan, sebagai berikut:

1. Penentuan rangka alat disesuaikan dengan hasil perhitungan anthropometri,

Supaya diperoleh ukuran yang sesuai dengan posisi operator saat bekerja. Penentuan ukuran rangka, yaitu:

a. Tinggi rangka,

Tinggi rangka di dapat dari hasil penjumlahan data anthropometri tinggi popliteal persentil ke-95 sebesar 43.24 cm, tinggi siku duduk persentil ke-95 sebesar 17.73, dan toleransi alas kaki sebesar 2 cm (Nurmianto E, 2004).

$$= tp \text{ persentil ke-95} + tsd \text{ persentil ke-95} + \text{toleransi alas kaki}$$

$$= 43.24 \text{ cm} + 17.73 \text{ cm} + 2 \text{ cm}$$

$$= 61.97 \text{ cm} \approx 62 \text{ cm}$$

b. Lebar rangka,

Untuk menentukan lebar rangka diperlukan data dimensi jangkauan tangan ke depan dengan persentil ke-5, yaitu sebesar 60.22 cm. Penentuan persentil ke-5 untuk jangkauan tangan ke depan bertujuan agar orang-orang yang memiliki jangkauan tangan yang pendek dapat menggunakan rancangan ini tanpa harus membungkuk untuk mencapai bagian ujung meja.

$$= jtd \text{ persentil ke-5}$$

$$= 60.22 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm}$$

c. Panjang rangka,

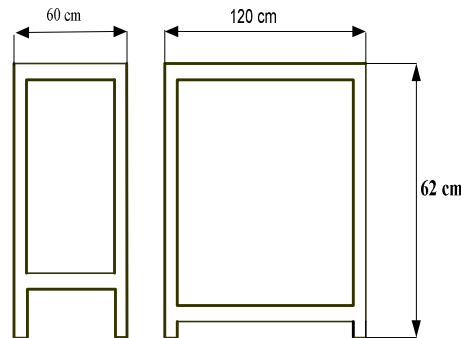
Dalam penentuan panjang rangka diperlukan data dimensi dua kali jangkauan tangan ke depan persentil ke-5, yaitu sebesar 60.22 cm.

$$= jtd \text{ persentil ke-5} \times 2$$

$$= 60.22\text{cm} \times 2$$

$$= 120.44 \text{ cm} \approx 120 \text{ cm}$$

Penentuan persentil 5 untuk jangkauan tangan ke depan bertujuan agar orang-orang yang memiliki jangkauan tangan pendek dapat menggunakan rancangan ini.



Gambar 4.9 Penentuan ukuran rangka dengan menggunakan persentil

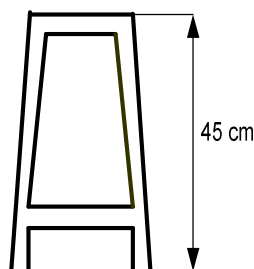
2. Penentuan ukuran tinggi kursi dengan menggunakan persentil,

Penentuan tinggi kursi memerlukan data dimensi tinggi *popliteal* persentil ke-95 sebesar 43.24 cm ditambah toleransi alas kaki sebesar 2 cm (Nurmianto E, 2004). Pemilihan persentil ke-95 untuk tinggi popliteal bertujuan mengakomodasi orang-orang yang mempunyai tungkai bawah yang panjang. Untuk orang-orang yang mempunyai tungkai bawah pendek dapat ditambahkan penyangga pada kaki kursi.

$$= \text{tp persentil ke-95} + \text{toleransi alas kaki}$$

$$= 43.24 \text{ cm} + 2 \text{ cm}$$

$$= 45.24 \text{ cm} \approx 45 \text{ cm}$$

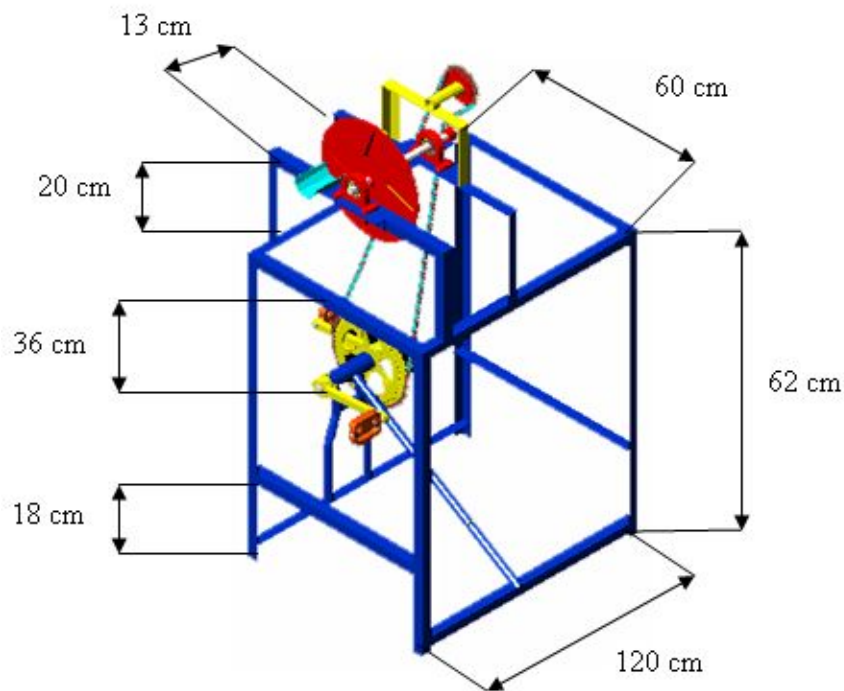


Gambar 4.10 Penentuan ukuran kursi dengan menggunakan persentil

Dengan menggunakan rangka dan kursi yang telah di tentukan, operator yang bekerja pada stasiun perajang singkong lebih ergonomis. Sehingga pada perancangan alat perajang

singkong ini disarankan menggunakan kursi dan rangka yang memenuhi ketentuan dari kondisi kerja alat tersebut.

3. Hasil dari uji keseragaman data, uji kecukupan data dan perhitungan persentil di atas, dapat ditentukan tinggi kursi dan rangka alat perajang singkong yang digunakan operator pada proses perajangan singkong. Mengevaluasi kursi dan rangka alat perajang singkong yang digunakan operator pada proses perajangan singkong berdasar anthropometri pekerja, sebaiknya dibuat dalam bentuk fisik rangka dan kursi yang sesungguhnya. Penentuan penggunaan rangka dan kursi ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah rangka dan kursi yang digunakan operator pada proses perajangan singkong sesuai tidak. Dimensi alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki dapat dilihat pada gambar 4.11.



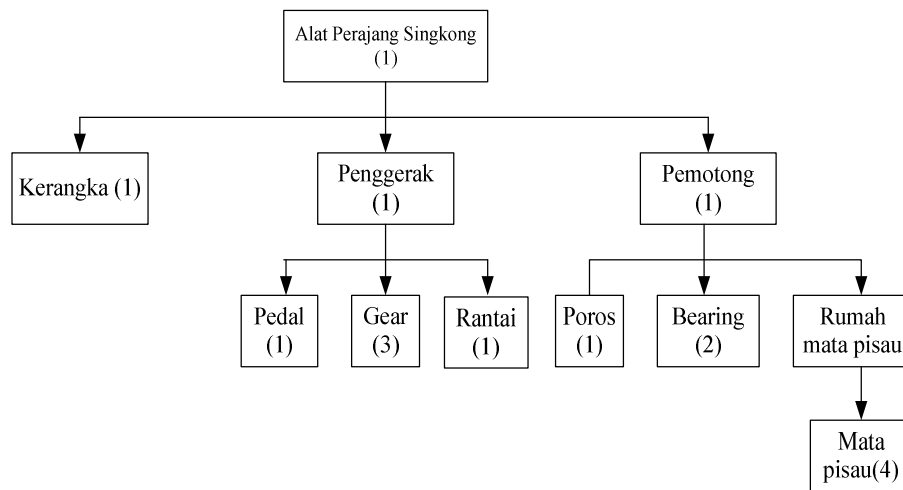
Gambar 4.11 Prototipe alat perajang singkong

4.2.2 Bill of Material Rancangan Perbaikan Alat Perajang Singkong

Bill of material merupakan komponen penyusunan produk hingga menjadi satu benda kerja yang dapat digunakan dan bekerja dengan baik, *bill of material* alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki dapat dilihat, sebagai berikut:

1. Material penyusun produk (*bill of material*),

Perancangan alat perajang singkong terdapat 7 komponen. Komponen-komponen tersebut dirangkai menjadi satu sehingga menjadi sebuah alat yang dapat dioperasikan. Gambar *bill of material* rancangan perbaikan alat perajang singkong dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Bill of material rancangan perbaikan alat perajang singkong

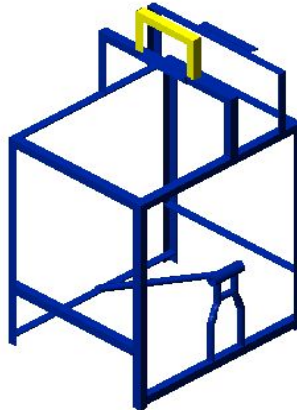
Gambar 4.12 *bill of material* di atas, dapat dijelaskan dari masing-masing komponen penyusun produk beserta fungsinya, yaitu:

- Alat perajang singkong, serangkaian gabungan dari beberapa komponen penyusun yang berfungsi sebagai alat untuk perajang singkong untuk memberikan kenyamanan bagi operator pada stasiun perajangan.



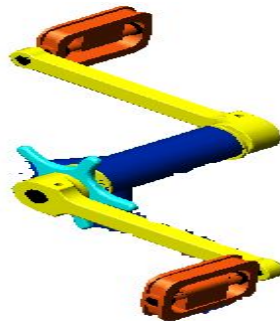
Gambar 4.13 Rancangan alat perajang singkong

- b. Rangka, dasar, berfungsi sebagai penyangga berdirinya alat perajang singkong. Kerangka dipilih dari besi pprofil L karena mudah didapat dan harganya tidak mahal. Ukuran tinggi, panjang dan lebar rangka berdasarkan perhitungan tinggi plopital dengan menggunakan persentil 95.



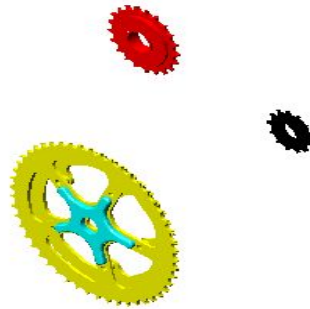
Gambar 4.14 Komponen 1 rancangan rangka alat perajang singkong

- c. Pedal, berfungsi untuk menggerakkan mata pisau yang dihubungkan dengan mata rantai. Pedal diambil dari potongan rangka sepeda.



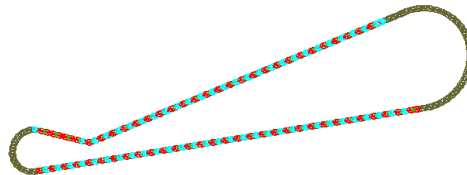
Gambar 4.15 Komponen 2 pedal alat perajang singkong

- d. Roda gigi, berfungsi sebagai penghubung antara batang penggerak dan pisau potong. Penghubungan ini menggunakan 3 buah roda gigi. Masing-masing roda gigi yang digunakan dalam perancangan ini memiliki diameter 7 cm, 6 cm dan 20 cm. Roda gigi membantu pisau pemotong dan batang penggerak untuk bergerak pada porosnya dengan baik.



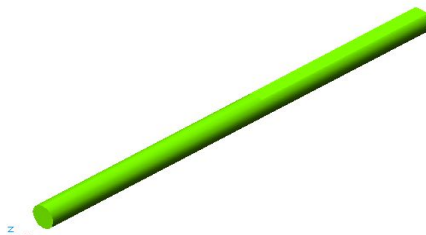
Gambar 4.16 Komponen 3 gear alat perajang singkong

- e. Rantai, merupakan komponen penghubung antar roda gigi, sehingga gerak roda gigi dapat berputar secara bersama. Panjang rantai disesuaikan dengan jarak antara gear pada pedal dan gear yang dipasang pada poros.



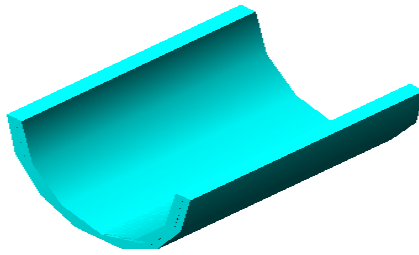
Gambar 4.17 Komponen 4 rantai alat perajang singkong

- f. Poros atau As, merupakan batang logam berpenampang lingkaran yang berfungsi untuk meneruskan tenaga secara bersama-sama dengan putaran. Poros ini terbuat dari batang besi silinder dengan diameter 1,4 cm dan panjang 20 cm.



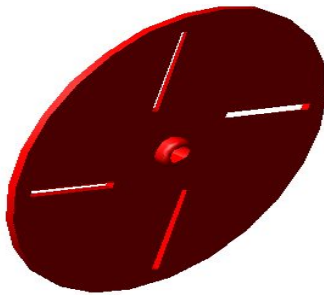
Gambar 4.18 Komponen 5 poros atau as alat perajang singkong

- g. Landasan potong, berfungsi untuk menahan singkong agar tidak gerak saat diarahkan ke pisau potong. Landasan potong ini berbentuk setengah lingkaran dengan panjang 4,5 cm dan lebar 8 cm.



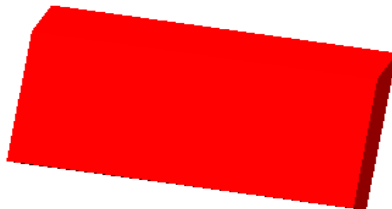
Gambar 4.19 Komponen 6 landasan potong alat perajang singkong

- h. Rumah mata pisau, berfungsi sebagai tempat mata pisau, berbentuk lingkaran dan terbuat dari besi cor dengan diameter 25 cm.



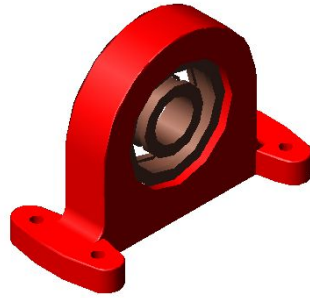
Gambar 4.20 Komponen 7 rumah pisau alat perajang singkong

- i. Pisau, sebagai alat pemotong yang ditempatkan pada rumah pisau dengan cara dibaut. Pisau dibuat dengan ukuran panjang 7 cm dan lebar 5 cm.



Gambar 4.21 Komponen 8 pisau alat perajang singkong

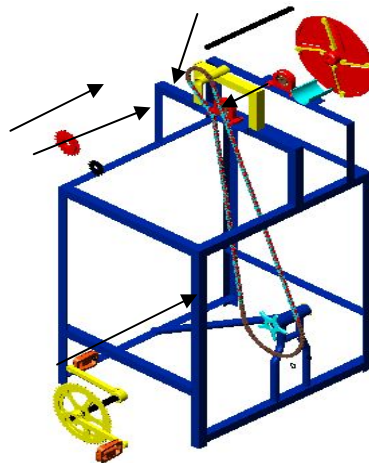
- j. *Bearing*, berfungsi untuk menghubungkan antara plat penghubung dengan batang penggerak dan pisau potong. *Bearing* yang digunakan dalam perancangan ini terdiri dari 2 dengan diameter lubang 1,6 cm. *Bearing* dipasang pada rumah *bearing* yang terbuat dari besi cor dengan cara dibubut dan lubang *bearing* disesuaikan dengan ukuran *bearing*.



Gambar 4.22 Komponen 9 *bearing* alat perajang singkong

2. Perakitan komponen alat perajang singkong

Perakitan komponen alat perajang singkong dilakukan di bengkel rekayasa kualitas. Setelah semua komponen alat perajang singkong telah siap, kemudian dapat dirakit sesuai dengan rencana awal perancangan (lihat gambar 4.24 dibawah ini)



Gambar 4.23 Perakitan alat perajang singkong

Perakitan dimulai dari merakit rumah mata pisau pada poros yang dimasukkan pada lubang rumah pisau. Kemudian dikuatkan menggunakan baut dengan ukuran

10 mm Mata pisau dipasang pada rumah mata pisau dengan cara dikancing dengan menggunakan baut dengan ukuran 10 mm dan disetel untuk menentukan tingkat ketebalan singkong. Setelah rumah mata pisau terpasang pada poros atau as maka as di pasang pada bearing yang telah terpasang pada rumah *bearing*, kemudian dipasang pada rangka alat. Setelah terpasang maka langkah selanjutnya menasang gear pada as atau poros dengan cara dikancing menggunakan titik dengan cara di las. Selanjutnya gear dihubungkan dengan gear pada pedal dengan menggunakan rantai dan disetel tingkat kekencangan rantai.

3. Pengoperasian alat perajang singkong

Pengoperasian alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki dapat dilihat pada gambar 4.24 dibawah ini.



Gambar 4.24 Preses perajangan

Urutan proses pengoperasian alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki melalui beberapa langkah, yaitu:

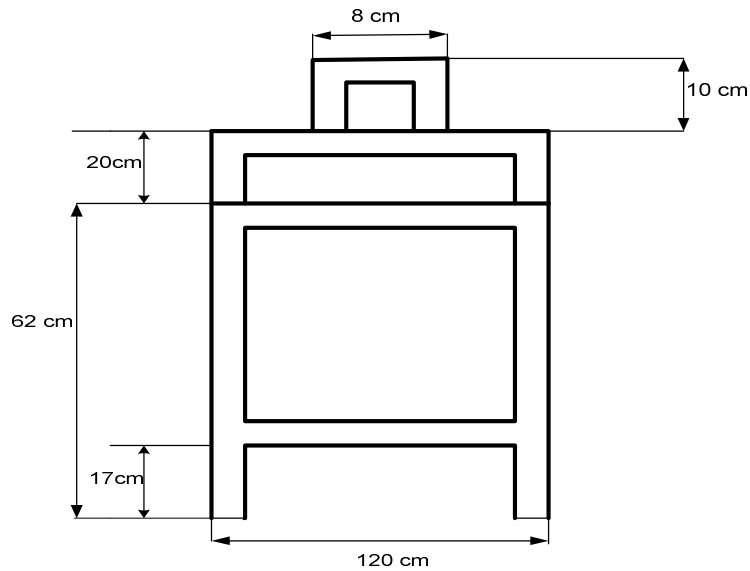
1. Ambil singkong yang akan dirajang.
2. Letakkan singkong pada bantalan singkong sambil didorong ke arah mata pisau potong.
3. Kaki kanan dan kiri menggerakkan alat perajang dengan cara dikayuh dengan posisi duduk.

4.2.3 Menentukan Konstruksi Alat

Konstruksi *prototipe* alat perajang singkong yang dibuat, digunakan sebagai tempat dan penyangga komponen-komponen seperti rumah mata pisau, landasan potong, as atau poros dan gear. Komponen-komponen ini dipergunakan sebagai alat pendukung proses gerak alat perajang singkong. Sedangkan rangka berfungsi untuk meredam penyangga alat perajang singkong. Konstruksi bahan yang digunakan untuk membuat *prototipe* alat perajang singkong adalah bahan plat besi (profil) yang dipotong-potong sesuai dengan ukuran dan bentuk kemudian disambung menggunakan las listrik yaitu pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.

Proses penyambungan profil ini diberikan suatu bentuk kampuh pada kedua ujung profil dengan tujuan untuk mendapatkan hasil sambungan yang lebih baik. Sambungan las yang

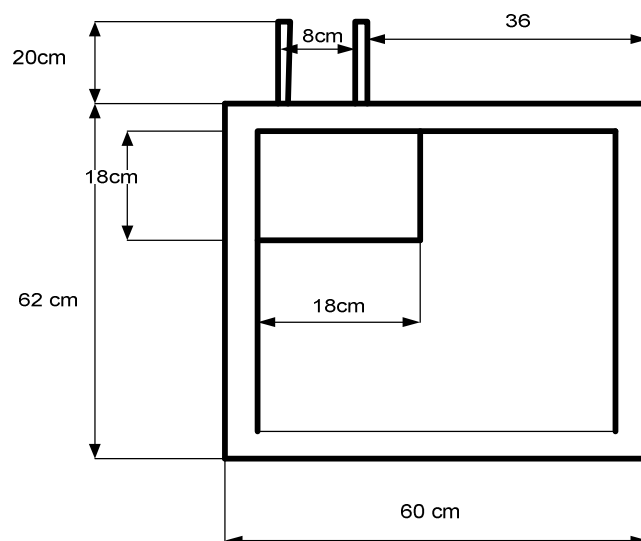
digunakan untuk membuat rangka mesin ini adalah sambungan las kampuh I dan V karena kampuh I dan V lebih tepat untuk menyambung plat besi (profil), sehingga dapat dihitung kekuatan rangka pada mesin, dijelaskan pada pandangan samping, pandangan belakang dan pandangan atas rangka alat perajang. Seperti pada gambar 4.25 gambar 4.26 dan gambar 4.27 di bawah ini.



Gambar 4.25 Pandangan samping rangka alat perajang singkong

Sumber: Pengolahan data, 2009

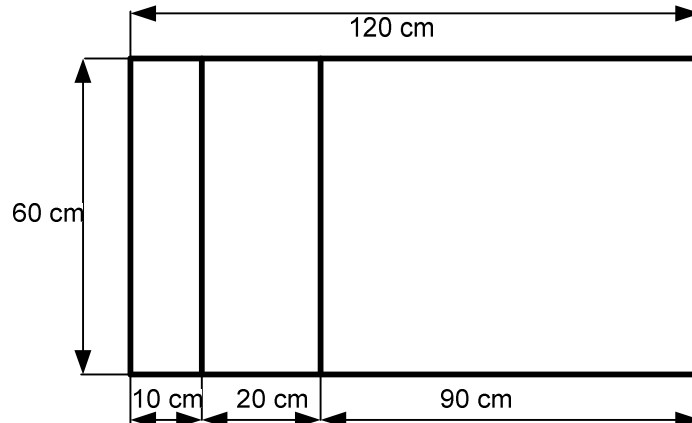
Pada gambar 4.25 di atas, merupakan rangka alat perajang singkong yang dibuat yaitu pandangan samping rangka mesin, mempunyai panjang 120 cm dan tinggi rangka utama 62 cm.



Gambar 4.26 Pandangan belakang rangka alat perajang singkong

Sumber: Pengolahan data, 2009

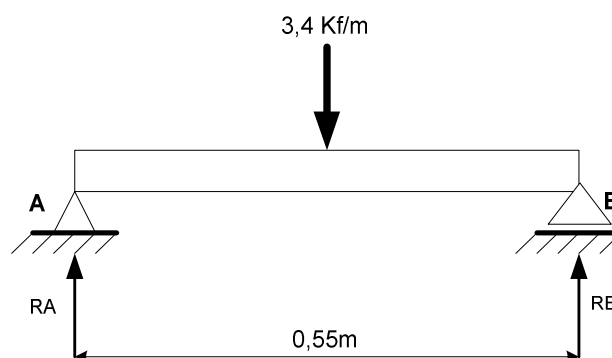
Pada gambar 4.26 di atas, merupakan rangka alat perajang singkong yang dibuat dengan pandangan belakang rangka mesin, mempunyai lebar 60 cm dan tinggi 62 cm.



Gambar 4.27 Pandangan atas rangka alat perajang singkong

Sumber: Pengolahan data, 2009

Pada gambar 4.25 gambar 4.26 dan gambar 4.27 adalah rangka alat yang dibuat terhadap beban mesin, rangka *prototipe* alat perajang singkong yang menerima beban mesin (q) sebesar 4,3 kgf/m, beban tersebut diasumsikan sebagai beban merata, sehingga beban mesin (q) sebesar 4,3 kgf/m, sehingga keseluruhan dari panjang rangka dapat menerima beban yang sama. Sehingga, dapat dihitung tegangan geser yang terjadi pada rangka dan tegangan geser yang terjadi pada profil L, seperti pada gambar 4.28 di bawah ini.



Gambar 4.28 Beban dan jarak rangka alat perajang singkong

Data pada gambar 4.28 di atas digunakan untuk mencari tegangan geser pada rangka mesin dan tegangan geser pada profil, sehingga dapat dihitung kemudian dibandingkan antara

besar tegangan geser pada rangka mesin dan besar tegangan geser pada profil sehingga diperoleh hasil perhitungan rangka mesin yang dibuat, sebagai berikut:

1. Langkah 1 mencari R_b dan R_c ,

Diketahui beban yang diterima oleh R_b dan R_c adalah beban merata sehingga beban R_b dan beban R_c sama, kemudian dapat dihitung besar beban R_b dan beban R_c , sebagai berikut:

- a. Mencari beban R_a ,

$$R_b = \frac{1}{2} \times q \times L$$

$$R_b = \frac{1}{2} \times 3,4 \text{ kgf/m} \times 0,55 \text{ m}$$

$$R_b = 1,7 \text{ kgf/m} \times 0,55 \text{ m}$$

$$R_b = 0,935 \text{ kgf}$$

- b. Mencari beban R_b ,

$$R_c = \frac{1}{2} \times q \times L$$

$$R_c = \frac{1}{2} \times 3,4 \text{ kgf/m} \times 0,55 \text{ m}$$

$$R_c = 1,7 \text{ kgf/m} \times 0,55 \text{ m}$$

$$R_c = 0,935 \text{ kgf}$$

Sehingga dapat diperoleh besar beban R_b dan beban R_c yaitu 0,935 kgf.

2. Langkah 2 menghitung momen pada tiap titik,

Momen yang diberikan pada tiap titik terdiri dari momen D (MD), momen E (ME), dan momen F (MF), yaitu:

- a. Mencari momen C

$$\sum MD = 0$$

$$R_b \times BD - q \times BD \times \frac{1}{2} \times BD$$

$$R_b \times 0,183 - 3,4 \times 0,183 \times \frac{1}{2} \times 0,183$$

$$R_b \times 0,183 - 0,6222 \times 0,0915$$

$$R_b \times 0,183 = 0,05693$$

$$Rb = \frac{0,05693}{0,183}$$

$$Rb = 3,110 \text{ kgf/m}$$

b. Mencari momen D

$$\sum ME = 0$$

$$Rb \times BE - q \times BE \times \frac{1}{2} \times BE$$

$$Rb \times 0,366 - 3,4 \times 0,366 \times \frac{1}{2} \times 0,366$$

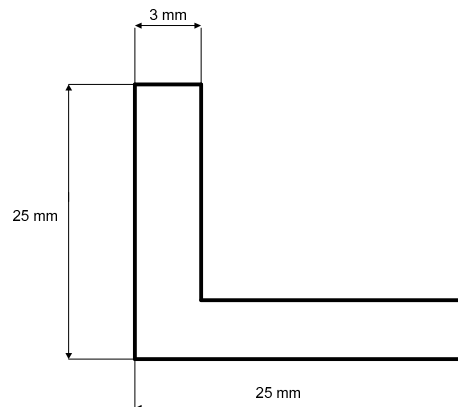
$$Rb \times 0,366 - 1,24 \times 0,183$$

$$Rb \times 0,366 - 0,22772$$

$$Rb = \frac{0,22772}{0,366}$$

$$Rb = 3,25 \text{ kgf/m}$$

Sehingga diperoleh momen D (MD) sebesar 1,625 kgf/m, momen E (ME) sebesar 3,25 kgf/m, dan momen F (MF) sebesar 4,875 kgf/m. Dari 3 momen tersebut diambil momen yang terbesar yaitu momen F (MF) sebesar 4,875 kgf/m yang akan digunakan untuk menghitung kekuatan profil L pada rangka mesin, seperti gambar 4.29 di bawah ini.



Gambar 4.29 Profil L

Sumber: Pengolahan data, 2009

Pada gambar 4.29 dapat dihitung kekuatan profil rangka L, profil yang digunakan untuk membuat rangka mesin dengan ukuran 25 mm x 25 mm x 2 mm ukuran tersebut kemudian untuk mencari besar dan kecilnya ukuran profil L yang digunakan, seperti pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.10 Perhitungan besar dan kecil pada profil L

	A	Y	A x Y
Besar	25 x 25 = 625 mm	½ x 25 = 12,5 mm	625 x 12,5 = 7812,5 mm
Kecil	23 x 23 = 529 mm	½ x 23 = 11,5 mm	529 x 11,5 = 6083,5 mm
B - K	96 mm	1 mm	1729 mm

Pada tabel 4.10 di atas, digunakan untuk mencari besarnya \hat{Y} yaitu jumlah dari besar dan kecilnya profil L, menggunakan persamaan 2.4 di bawah ini.

$$\hat{Y} = \Sigma xAy / A$$

$$\hat{Y} = \frac{1729}{96}$$

$$\hat{Y} = 17,97 \text{ mm}$$

Sehingga diperoleh besarnya $\hat{Y} = 17,97 \text{ mm}$.

3. Langkah ke 3, menghitung besarnya momen inersia pada balok besar dapat diketahui, yaitu:

a. Mencari momen inersia balok besar,

$$I_1 = I_0 + A_1 \times d_1^2$$

$$I_1 = \frac{1}{12} \times 25 \times 25^3 \times 625 \times (12,5)^2$$

$$I_1 = \frac{1}{12} \times 390.625 \times 625 \times (12,5)^2$$

$$I_1 = \frac{1}{12} \times 390.625 \times 17.490.06$$

$$I_1 = 569 \text{ kg/ mm}^2$$

b. Mencari momen inersia kecil,

$$I_2 = I_0 + A_1 \times d_1^2$$

$$I_2 = \frac{1}{12} \times 23 \times 23^3 \times 529 \times (11,5 - 17,79)^2$$

$$I_2 = \frac{1}{12} \times 279841 \times 529 \times (11,5 - 17,79)$$

$$I_2 = \frac{1}{12} \times 279841 \times 20929,40$$

$$I_2 = 488 \text{ kg/ mm}^2$$

Sehingga dapat diperoleh besar momen inersia balok besar sebesar 569.337 kg/mm^2 dan momen inersia kecil I_2 sebesar 488.075 kg/mm^2 . Sehingga dapat dihitung momen inersia batang A – B, sebagai berikut:

$$I_x = I_1 - I_2$$

$$I_x = 569 \text{ kg/mm}^2 - 488 \text{ kg/mm}^2$$

$$I_x = 812 \text{ kg/mm}^2$$

Sehingga diperoleh hasil perhitungan besar momen inersia batang A–B (I_x) sebesar 812 kg/mm^2 . Kemudian dapat dihitung besar tegangan geser yang diijinkan pada rangka mesin, sebagai berikut:

$$\tau = \frac{MxY}{I_x}$$

$$\tau = \frac{4875 \times 43,8}{125.358.84}$$

$$= \frac{21,35}{125.358.84}$$

$$\tau = 1,7 \text{ kg/mm}^2.$$

Perhitungan tegangan geser yang diijinkan pada rangka mesin diperoleh hasil $1,7 \text{ mm}$, sehingga dapat dihitung tegangan ijin profil bentuk L, dengan bahan ST 37 mempunyai tegangan geser yang diijinkan sebesar 37 kg/mm^2 , seperti di bawah ini.

$$\text{Tegangan ijin profil} = \frac{0,5 \times \tau_{tarik}}{FS}$$

$$\text{Tegangan ijin profil} = \frac{0,5 \times 37}{2}$$

$$\text{Tegangan ijin profil} = 9,25 \text{ kg/mm}^2.$$

Diperoleh kesimpulan bahwa tegangan geser pada rangka mesin yang dibuat sebesar $1,7 \text{ kg/mm}^2$ dan tegangan geser yang diijinkan pada profil yang digunakan sebesar $9,25 \text{ kg/mm}^2$, maka besarnya tegangan geser pada rangka mesin yang dibuat lebih kecil dari pada tegangan geser yang diijinkan, yaitu $1,7 \text{ kg/mm}^2 < 9,25 \text{ kg/mm}^2$, maka kondisi rangka aman.

4.2.4 Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri

Data-data yang digunakan dalam perancangan alat perajang singkong adalah aktivitas proses produksi di 'PJ' Snack pada operator di stasiun perajangan dapat dijelaskan dengan peta

tangan kiri dan tangan kanan. Peta tangan kiri dan tangan kanan atau lebih dikenal sebagai peta operator (*Operator Process Chart*) merupakan suatu peta yang menggambarkan semua gerakan-gerakan dan waktu menganggur saat bekerja, dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan.

Selain itu, peta ini dapat menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kiri dan tangan kanan ketika melakukan suatu pekerjaan. Tujuan dari peta tangan kiri dan tangan kanan adalah mengurangi gerakan yang tidak perlu dilakukan dan mengatur gerakan pada proses bekerja sehingga diperoleh urutan gerakan yang baik. Proses perajangan pada stasiun kerja pemotongan menggunakan alat manual dan sederhana dengan mekanisme pedal kaki, dapat dijelaskan dengan menggunakan peta tangan kiri dan tangan kanan, seperti tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Peta tangan kanan dan tangan kiri

PETA KERJA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
PEKERJAAN		: PERAJANGAN SINGKONG					
DEPARTEMEN		: PERAJANGAN					
NO. PETA		: 01					
SEKARANG		: ■					
DIPETAKAN OLEH		: EKO PUTRO					
TANGGAL DIPETAKAN		: 1 JUNI 2009					
							
Tangan kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	lambang		Tangan kanan	Jarak (cm)	Waktu (detik)
Mengambil singkong	25	2	Re	G	Menerima singkong dari tangan kiri	15	1
Memindahkan singkong ke tangan kanan	15	2	M	P	Meletakkan singkong ke landasan potong	15	1
Menunggu		5	D	P	Mendorong singkong ke mata pisau alat perajang	20	7
Selesai					Selesai		
Total:	65	9			Total:	50	9
Waktu tiap siklus = 9 detik							
Jumlah produk tiap siklus = 1 siklus pengerjaan							
Waktu untuk membuat satu produk = 9 detik per satu kali proses kerja							

Sumber: Pengolahan data, 2009

Dijelaskan pada tabel 4.11 di atas merupakan data perancangan peta kerja tangan kiri dan kanan pada proses manual perajangan singkong, pengukuran waktu kerja operator diukur berdasarkan waktu proses gerakan tangan pada saat bekerja sedangkan waktu *setup* atau *setting* alat tidak di ukur. Waktu proses yang dihasilkan gerakan tangan pada saat bekerja menggunakan alat perajang singkong membutuhkan waktu 9 detik per satu kali proses kerja, dengan jumlah produk 1 potong singkong dengan contoh ukuran benda kerja panjang 25 cm. Proses kerja tangan pada saat bekerja antara tangan kiri dan kanan terlihat tidak seimbang yaitu tangan kiri dengan total waktu 4 detik dan tangan kanan 9 detik, sehingga perlu adanya perbaikan pada proses

waktu kerja antara tangan kiri dan kanan. Efisiensi perubahan waktu alat perajang tipe engkol dan alat perajang menggunakan mekanisme pedal kaki, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{B - A}{B} * 100 \% \\ &= \frac{17-9}{17} * 100\% \\ &= 1.64 \%\end{aligned}$$

Data-data yang telah diperoleh dijadikan data pengamatan yang dibuat peta kerja usulan dengan tujuan meningkatkan dan memperbaiki waktu proses serta gerakan tangan pada proses perajangan singkong.

4.2.5 Uji Kuantitas Perajangan Singkong

Uji kuantitas perajangan singkong dilakukan untuk membandingkan perajangan singkong yang dilakukan dengan menggunakan alat perajang singkong yang berada ditempat penelitian dengan alat perajang singkong hasil rancangan. Pengamatan dilakukan dengan sampel 10 kali proses perajangan dengan waktu setiap proses perajangan selama 1 menit (60 detik) dalam sekali proses perajangan.

a. Uji kuantitas perajangan singkong di tempat penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan di industri makanan ringan 'PJ' Snack milik Bapak Ganang di Mukiran Kaliwungu, setiap perajangan singkong dalam 1 menit (60 detik). Dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan uji kuantitas perajangan singkong dengan menggunakan alat perajang singkong awal

Prajaangan ke-	Σ Singkong yang dirajang / menit
1	0.6
2	0.8
3	0.5
4	0.8
5	0.7
6	0.8
7	0.9
8	0.7

9	0.6
10	0.8
Jumlah:	7.2

Perhitungan rata-rata perajangan,

$$X = \frac{\Sigma \text{singkong yang dirajang}}{\Sigma \text{perajangan}}$$

$$= \frac{7.2}{10} = 0,72 \text{ Kg}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata perajangan singkong (X) tiap menit yaitu sebanyak 0.72 kilogram.

b. Uji kuantitas perajangan singkong dengan menggunakan alat perajang singkong yang dirancang

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan perajangan singkong dalam 1 menit (60 detik) dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan uji kuantitas perajangan singkong dengan menggunakan alat perajang singkong yang dirancang

Perajangan ke-	Σ Singkong yang dirajang / menit
1	1.5
2	1.3
3	1.6
4	1.5
5	1.5
6	1.6
7	1.4
118	1.6
9	1.7
10	1.4
Jumlah:	15.1

Perhitungan rata-rata perajangan,

$$X = \frac{\Sigma \text{Singkong yang dirajang}}{\Sigma \text{perajangan}}$$

$$= \frac{15.1}{10} = 1.51 \text{ Kg}$$

Hasil perhitungan didapatkan rata-rata perajangan singkong (X) tiap menit yaitu sebanyak 1.51 kilogram.

4.2.6 Menentukan Kapasitas Dan Biaya Operasional Per Tahun

Perhitungan kapasitas mesin per bulan bertujuan untuk mengetahui berapa besar kapasitas mesin dalam membuat produk yang diproduksi per bulan, Data yang digunakan untuk menghitung besarnya kapasitas alat perajang singkong per bulan yaitu, jam kerja operator per bulan (192 jam/bulan), kapasitas mesin per unit (25 kg/jam), jam kerja operator per hari (8 jam/hari) dan jam kerja operator per bulan (24 hari), seperti dijelaskan di bawah ini.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas mesin per hari} &= \text{Kapasitas mesin per jam} \times \text{jam kerja operator} \\ &= 25 \text{ kg} \times 8 \text{ jam per hari} \\ &= 200 \text{ kg per hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas mesin per bulan} &= \text{Kapasitas mesin per jam} \times \text{jam kerja operator} \\ &= 25 \text{ kg} \times 200 \text{ jam per bulan} \\ &= 5000 \text{ kg per bulan}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas, menjelaskan bahwa besar kapasitas produksi alat perajang singkong per hari 200 kilogram dan kapasitas per bulan 5000 kilogram.

4.2.7 Depresiasi Alat Perajang Singkong

Dalam menghitung biaya depresiasi metode yang digunakan metode depresiasi *sinking*. Biaya yang harus disediakan oleh perusahaan setiap periode untuk melakukan penggantian alat, setelah alat perajang singkong sudah tidak berdaya guna lagi. Perhitungan biaya penyusutan alat setelah digunakan satu tahun ke depan, sebagai berikut:

Biaya alat perajang singkong Rp 700.000,-

Nilai sisa Rp 400.000,- (estimasi dapat dijual)

Umur pakai kurang lebih 5 tahun

Bunga pinjaman bank 15% per tahun pada tahun 2008.

Maka, biaya depresiasi setiap tahun alat perajang singkong adalah:

$$\begin{aligned}D_1 &= \text{Rp } 700.000 - \text{Rp } 400.000 (A/F, 15\%, 5) (F/P, 15\%, 1-1) \\ &= \text{Rp } 300.000 (0,1483) \\ &= \text{Rp } 44.490,-\end{aligned}$$

Nilai buku pada akhir tahun pertama, adalah:

$$\begin{aligned}BV_t &= P - A (F/A, i\%, t) \\ &= \text{Rp } 700.000 - 44.490 (1) \\ &= \text{Rp } 655.510,-\end{aligned}$$

Jadi depresiasi pertahun untuk alat perajang singkong yang digunakan di perusahaan adalah sebesar Rp 44.490, dijelaskan pada tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4.14 Depresiasi alat perajang singkong

Tahun	Depresiasi	Nilai Sisa
-------	------------	------------

	(Rp)	(Rp)
0	0	700
1	44.49	655510
2	51163,5	604346,3
3	58838,03	545508,5
4	67664,84	477843,6
5	77843,63	500

Sumber: Pengolahan data, 2009

Pada tabel 4.14 di atas terlihat nilai investasi awal sebesar Rp 900.000 dan untuk nilai sisa alat perajang singkong pada tahun kelima sebesar Rp 500.000 nilai sisa yang di estimasikan dapat di jual.

4.2.8 Menentukan Analisis Titik Impas (BEP)

Perhitungan analisa titik impas (BEP) terdiri dari perhitungan alat perajang singkong dan perhitungan pembuatan alat perajang singkong. Perhitungan analisis perajang singkong dapat dilihat pada tabel 4.15, dibawah ini:

Tabel 4.15 Data investasi perajang singkong

Investasi mesin (Rp)	Tingkat bunga/periode	Nilai sisa (Rp)	Kapasitas mesin per hari	Umur mesin (th)	Biaya operator per hari (Rp)
700000	15%	400	200 kg	5 tahun	17000

Sumber: Pengolahan data, 2009

Pada tabel 4.15 di atas, menjelaskan bahwa investasi alat perajang singkong adalah Rp 700.000, bunga per bulan 8 %, kapasitas mesin per hari 200 kg, umur mesin diperkirakan 5 tahun, dan biaya operator per hari Rp 17.000. Data tersebut diuraikan dengan menghitung ongkos variabel untuk membuat produk.

$$\begin{aligned}
 VC &= \frac{Rp\ 17.000}{hari} \times \frac{1\ hari}{200\ kg} \\
 &= \frac{Rp\ 17.000}{200} \\
 &= Rp\ 85\ \text{per kilogram}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan ongkos variabel pembuatan produk sebesar Rp 85 sedangkan ongkos tetap (*fixed cost*) untuk biaya penggunaan alat perajang singkong, yaitu::

$$\begin{aligned}
 FC_1 &= P(A/P, i\%, N) - Rp\ 300.000\ (A/F, i\%, N) \\
 &= Rp\ 700.000\ (A/P, 15\ \%, 5) - Rp\ 400.000\ (A/F, 15\ \%, 5) \\
 &= Rp\ 700.000\ (0,2983) - Rp\ 400.000\ (0,1483) \\
 &= Rp\ 208.810 - Rp\ 59.320
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 149.490,-$$

Hasil perhitungan di atas, menjelaskan bahwa besar ongkos tetap (*fixed cost*) untuk biaya permesinan menggunakan perajangan singkong sebesar Rp 149.490, sehingga *total cost* (TC) dapat diuraikan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TC_1 &= FC + VC \\ &= \text{Rp } 149.490 + \text{Rp } 85 (X) \end{aligned}$$

Bila $P = \text{Rp } 10000$ per kilogram keripik maka jumlah yang harus diproduksi per hari agar mencapai titik impas adalah

$$X = \frac{FC}{P - c}$$

$$X = \frac{149.490}{10000 - 85}$$

$$X = 16,76$$

Jadi volume produksi sebesar 16,76 kilogram perhari menyebabkan perusahaan berada pada titik impas, sehingga total ongkos adalah;

$$\begin{aligned} TC &= FC + cX \\ &= \text{Rp } 149.490 + (\text{Rp } 85 \times 5028) \\ &= \text{Rp } 576.870,- \end{aligned}$$

Jadi apabila rancangan alat perajang singkong dapat memproduksi sebanyak 5028 kilogram per tahun atau lebih maka sudah berada pada titik impas (BEP) atau sudah mendapat keuntungan. Biaya total yang diperlukan untuk membuat 5028 kilogram singkong Rp 580.000,- .

BAB V

ANALISA DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bab ini diuraikan mengenai analisis dan interpretasi hasil terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

5.1 ANALISIS HASIL PENELITIAN

Pada analisis hasil penelitian ini diuraikan mengenai analisis data anthropometri dan hasil pengumpulan data yang ada di tempat penelitian maupun alat perajang hasil rancangan.

5.1.1 Analisis Alat Perajang Singkong Awal

Alat perajang singkong yang digunakan di 'PJ' Snack adalah alat perajang tipe engkol. Alat ini digerakkan dengan tangan atau engkol. Posisi pekerja dalam melakukan pekerjaannya lebih tinggi dari alat perajang. Pekerja melakukan pekerjaannya dengan posisi duduk diatas lantai dengan kaki tertekuk dan tubuh agak membungkuk, posisi kerja seperti ini kurang memberikan rasa nyaman pada operator saat bekerja, sehingga sering menyebabkan pekerja mengalami kaki kesemutan dan nyeri pada punggung serta leher.

5.1.2 Analisis Data Anthropometri untuk Penentuan Fasilitas Kerja Pada Operator Perajangan Singkong

Pengujian data anthropometri meliputi tinggi tegak duduk (TDT), jangkauan tangan depan (JTD), lebar tangan (LT), tinggi siku duduk (TSD) dan tinggi plopital (TP) diperoleh bahwa data yang diperlukan telah seragam dan cukup, sehingga tidak diperlukan penambahan data tambahan. Selanjutnya parameter data yang meliputi nilai rata-rata dan standar deviasi digunakan untuk perhitungan persentil. Hasil perhitungan persentil ke-5 dan ke-95 dapat dilihat pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Rekapitulasi hasil perhitungan persentil

No	Deskripsi Data	P-5	P-95
1	Tinggi duduk tegak	83.21	90.70
2	Jangkauan tangan depan	60.22	-
3	Lebar tangan	6.22	10.78
4	Tinggi siku duduk	-	17.73

5	Tinggi popliteal	38.77	43.24
---	------------------	-------	-------

A. Penentuan tinggi rangka dan kursi

Tinggi rangka didapat dari hasil penjumlahan data antropometri tinggi popliteal persentil ke-95 sebesar 43.24 cm, tinggi siku duduk persentil ke-95 sebesar 17.73 cm dan toleransi alas kaki sebesar 2 cm (Nurmianto E, 2004). Hasil dari pengukuran tinggi rangka didapatkan 62 cm.

Dalam menentukan lebar rangka diperlukan data jangkauan tangan ke depan dengan persentil ke-5 yaitu sebesar 60.22 cm. Penentuan persentil ke-5 untuk jangkauan tangan ke depan bertujuan agar orang yang memiliki jangkauan tangan yang pendek dapat menggunakan rancangan ini tanpa harus membungkuk untuk mencapai ujung rangka. Hasil dari pengukuran lebar rangka didapatkan 60 cm.

Penentuan panjang rangka diperlukan data dimensi dua kali jangkauan tangan ke depan persentil ke- 5, yaitu sebesar 60.22 cm. Hasil dari pengukuran panjang rangka didapatkan 120 cm. Penentuan persentil ke-5 untuk jangkauan tangan ke depan bertujuan agar orang-orang yang memiliki jangkauan tangan pendek dapat menggunakan rancangan ini.

Penentuan tinggi kursi memerlukan data tinggi popliteal persentil ke-95 sebesar 43.24 cm ditambah toleransi alas kaki 2 cm (Nurmianto E, 2004). Pemilihan persentil ke-95 untuk tinggi popliteal bertujuan untuk mengakomodasi orang-orang yang mempunyai tungkai bawah pendek dapat ditambahkan penyangga pada kaki kursi. Hasil dari pengukuran tinggi kursi didapatkan 45 cm.

Tabel 5.2 Rekapitulasi penentuan ukuran meja dan kursi

Komponen	Dimensi Ukuran	Ukuran (cm)
Meja	Tinggi rangka	62
	Lebar rangka	60
	Panjang rangka	120
Kursi	Tinggi kursi	45

B. Konstruksi alat

Konstruksi prototipe alat perajang singkong yang dibuat digunakan sebagai tempat dan penyangga komponen-komponen seperti rumah mata pisau, landasan potong, as atau poros dan *gear*. Konstruksi rangka dibuat dari besi profil L, dengan bahan ST 37 memiliki ukuran 25 mm x 25 mm x 2mm, mempunyai tegangan geser yang diijinkan sebesar 37 kg/mm². Tegangan geser pada rangka alat yang dibuat sebesar 1,7 kg/mm² dan tegangan geser yang diijinkan pada profil sebesar 9,25 kg/mm², maka besarnya tegangan geser pada rangka alat perajang yang dibuat lebih kecil dari tegangan geser yang diijinkan, yaitu 1,7 kg/mm² < 9,25 kg/mm², maka rangka aman.

5.1.3 Analisis Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Analisis data perancangan peta kerja tangan kiri dan kanan pada proses manual perajangan singkong, pengukuran waktu kerja operator diukur berdasarkan waktu proses gerakan tangan pada saat bekerja sedangkan waktu *setup* atau *setting* alat tidak diukur. Waktu proses yang dihasilkan gerakan tangan pada saat bekerja menggunakan alat perajang singkong membutuhkan waktu 9 detik per satu kali proses kerja, dengan jumlah produk 1 potong singkong dengan contoh ukuran benda kerja panjang 25 cm. Proses kerja tangan pada saat bekerja antara tangan kiri dan kanan terlihat tidak seimbang yaitu tangan kiri dengan total waktu 4 detik dan tangan kanan 9 detik, sehingga perlu adanya perbaikan pada proses waktu kerja antara tangan kiri dan kanan. Efisiensi perubahan waktu alat perajang tipe engkol dan alat perajang menggunakan mekanisme pedal kaki sebesar 1.64 %.

5.1.4 Analisis Uji Kuantitas

Berdasarkan hasil uji kuantitas didapatkan rata-rata hasil perajangan singkong menggunakan alat perajang awal yaitu 0.72 kilogram per menit untuk alat hasil rancangan dapat diketahui rata-rata hasil rajangan sebesar 1.51 kilogram per menit. Jadi bila mana menggunakan alat rancangan, hasil perajangan singkong akan meningkat.

5.1.5 Analisis Biaya

Analisi depresiasi biaya yang dilakukan yaitu bila alat perajang singkong dapat memproduksi 5000 kilogram per tahun atau lebih, maka sudah berada pada titik impas (BEP) atau sudah mendapatkan keuntungan. Jadi dengan menggunakan alat perajang singkong

rancangan, ongkos total yang dibutuhkan untuk membuat 5000 kilogram singkong Rp 580.000,-

5.2 INTERPRETASI HASIL

Interpretasi hasil perancangan dari alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki diharapkan mampu memberikan rasa nyaman terhadap pekerja saat melakukan pekerjaannya, serta dapat meningkatkan produksi keripik singkong. Selain itu, alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki ini juga dilengkapi fasilitas kerja seperti kursi untuk meningkatkan kenyamanan operator. Berdasarkan hasil pengukuran data anthropometri didapat ukuran rangka yaitu tinggi rangka 62 cm, lebar rangka 60 cm, panjang rangka 120 cm, dan tinggi kursi 45 cm. Interpretasi hasil elemen kerja peta tangan kanan tangan kiri didapatkan waktu proses yang dihasilkan gerakan tangan pada saat bekerja menggunakan alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki membutuhkan waktu 9 detik per satu kali proses kerja, dengan jumlah produk 1 potong singkong dengan contoh ukuran benda kerja panjang 25 cm. Proses kerja tangan pada saat bekerja antara tangan kiri dan kanan terlihat tidak seimbang yaitu tangan kiri dengan total waktu 4 detik dan tangan kanan 9 detik, sehingga perlu adanya perbaikan pada proses waktu kerja antara tangan kiri dan kanan. Efisiensi perubahan waktu alat perajang tipe engkol dan alat perajang menggunakan mekanisme pedal kaki sebesar 1.64 %. Hasil perhitungan uji kuantitas pada interpretasi hasil ditempat penelitian didapatkan rata-rata 0.72 kilogram per menit untuk alat hasil rancangan dapat diketahui rata-rata hasil rajangan sebesar 1.51 kilogram per menit. Selisih hasil perajangan singkong antara alat awal dan alat hasil rancangan adalah 0.78 kilogram. Biaya depresiasi pada interpretasi hasil perancangan dari alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki bahwa dengan menggunakan alat perajang singkong hasil rancangan, ongkos total yang dibutuhkan untuk memproduksi 5028 kilogram per tahun yaitu sebesar Rp 580.000 sedangkan besar kapasitas produksi pada alat perajang singkong per tahun mampu memproduksi 60.000 kilogram keripik singkong.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan berdasarkan naalisis yang telah diuraikan pada bab sebelumnya dan saran untuk pengrajin dan pengembangan penelitian selanjutnya.

6.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Alat yang dirancang adalah alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki, terdiri dari 4 mata pisau sehingga proses perajangan lebih cepat. Alat perajang singkong dengan mekanisme pedal kaki ini dirancang untuk memberikan kenyamanan bagi pekerja saat melakukan pekerjaannya. Alat ini juga dilengkapi fasilitas kerja seperti kursi sehingga pekerja merasa nyaman dalam melakukan aktifitasnya. Hasil uji keseragaman data, kecukupan data dan perhitungan nilai persentil, dapat ditentukan ukuran rangka alat dengan tinggi 62 cm, lebar 60 cm dan panjang rangka 120 cm. Tinggi kursi 45 cm yang digunakan operator saat melakukan proses perajangan.
2. Waktu proses yang dihasilkan gerakan tangan pada saat bekerja menggunakan alat perajang singkong membutuhkan waktu 9 detik per satu kali proses kerja, dengan jumlah produk 1 potong singkong dengan contoh ukuran benda kerja panjang 25 cm. Proses kerja tangan pada saat bekerja antara tangan kiri dan kanan terlihat tidak seimbang yaitu tangan kiri dengan total waktu 4 detik dan tangan kanan 9 detik, sehingga perlu adanya perbaikan pada proses waktu kerja antara tangan kiri dan kanan. Efisiensi perubahan waktu alat perajang tipe engkol dan alat perajang menggunakan mekanisme pedal kaki sebesar 1.64 %.
3. Hasil perhitungan depresiasi alat perajang singkong, dengan menggunakan alat perajang singkong hasil rancangan ongkos total yang dibutuhkan untuk membuat 5028 kilogram keripik singkong per tahun atau lebih sebesar Rp 580.000. Jadi dengan memproduksi 5028 kilogram keripik singkong maka sudah berada pada titik impas atau sudah mendapatkan keuntungan.

6.2 SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk usaha keripik singkong dan pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Melakukan tindakan perbaikan terhadap fasilitas kerja operator dengan meningkatkan kenyamanan operator dan penggunaan alat pada proses perajangan singkong.
2. Penelitian selanjutnya disarankan merancang alat perajang singkong dengan penggerak motor listrik guna meningkatkan produksi keripik singkong.